

ANUARUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROMÂNIEI

ISSN 0250-2933



VOL. 69

Partea I

IGR - 90

The 90-th Anniversary Conference of the
GEOLOGICAL INSTITUTE OF ROMANIA
June 12 - 19, 1996

Raport de activitate al IGR pe anii 1994-1995
Report of GIR activity for the years 1994-1995



Institutul Geologic al României
București - 1996



Institutul Geologic al României

GEOLOGICAL INSTITUTE OF ROMANIA

Director: G. Udubaşa

The Geological Institute of Romania is now publishing the following periodicals:

Romanian Journal of Mineralogy	Romanian Journal of Stratigraphy
Romanian Journal of Petrology	Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology
Romanian Journal of Mineral Deposits	Romanian Journal of Geophysics
Romanian Journal of Paleontology	

They supersede "Dări de Seamă ale Şedinţelor", "Memorii" and "Studii Tehnice şi Economice", whose apparition goes back to 1910. Beside regular volumes, each series may occasionally contain Supplements (for abstracts and excursion guides to congresses and symposia held in Romania) and Special Issues (for larger papers of special interest). "Anuarul Institutului Geologic al României" (year first issued 1908) appears also in a new form, containing both the annual activity report and review papers.

Editorial Board: Gheorghe Udubaşa (chairman), Tudor Berza, Florian Marinescu, Marcel Mărunţiu, Grigore Pop, Vlad Roşca, Mircea Săndulescu

Managing Editor: Anatol Rusu

Executive Secretary: Felicia Istocescu

Editorial Office:
Geological Institute of Romania
Str. Caransebeş Nr. 1
RO - 79 678 Bucureşti - 32
Tel. (+40) 1 665 66 25, 665 75 30
Fax (+40) 1 312 84 44
e-mail UDUBASA@IGR.RO

The editor has changed the name as follows: Institutul Geologic al României (1910–1952), Comitetul Geologic (1953–1966), Comitetul de Stat al Geologiei (1967–1969), Institutul Geologic (1970–1974), Institutul de Geologie şi Geofizică (1975–1993), Institutul Geologic al României (since 1994).

ANUARUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROMÂNIEI supersedes **ANUARUL INSTITUTULUI DE GEOLOGIE ŞI GEOFIZICĂ** No. 68.

Scientific Editor: G. Udubaşa

Advisory Board: P. Andâr, E. Avram, T. Berza, I. Hărtopanu, M. Mărunţiu, Gr. Pop, Gh. Popescu, D. Romanescu, V. Roşca, A. Rusu, M. Săndulescu, A. Seghedi, I. Seghedi, A. Soare, A. Szákacs, A. Ştefan, Ş. Veliciu.

The manuscripts should be sent to the scientific editor and/or executive secretary. Correspondence concerning advertisements, announcements and subscriptions should be sent to the Managing Editor.

©GIR 1996

ISSN 0250-2933

Classification index for libraries 55(058)

*Printed by the Geological Institute of Romania
Bucharest*



Institutul Geologic al României

CONTENTS

FOREWORD

I. THEMATIC MAPS

- 3 **M. SĂNDULESCU**
HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF THE THEMATIC MAPS IN GEOSCIENCES AT
THE GEOLOGICAL INSTITUTE OF ROMANIA

II. ENVIRONMENTAL AND REGIONAL GEOLOGY, HYDROGEOLOGY

- 9 **P. ANDĂR, I. N. ROBU, R. NICOLESCU, M. GHEAUŞ**
GEOCHEMICAL ATLAS OF ROMANIA scale 1:3,000,000
- 13 **I. STĂNOIU**
GEOLOGY OF THE DOMOGLED-CERNA VALLEY NATIONAL PARK AREA
- 18 **N. MIHĂILESCU, S. RĂDAN, C. COSTEA, I. VANGHELIE, S.C. RĂDAN, M. RĂDAN, R. GYÖNGY**
GEOECOLOGICAL RESEARCHES ON THE DANUBE-DANUBE DELTA-BLACK SEA
LITTORAL-BLACK SEA SYSTEM. ASSESSMENT OF DATA FOR DEVELOPING THE
CONCEPTION REGARDING THE PROTECTION OF THE CHARACTERISTIC ECOSYSTEMS
- 21 **N. MIHĂILESCU, C. COSTEA, S. RĂDAN, I. VANGHELIE, S.C. RĂDAN, M. RĂDAN, S. PESTREA, C. STRECHIE, I. POPESCU**
GEOLOGICAL STUDY OF THE DANUBE DELTA LAKES
- 23 **ŞT. BOZ, R. MAFTEI, G. CIOBANU**
CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF LANDSLIDES SITUATED BETWEEN ARGEŞ AND
IALOMIŢA VALLEYS
- 26 **G. POPESCU, P. ENCIU**
STRATIGRAPHIC OBSERVATIONS ON SOME WELLS DRILLED IN SOUTH OLTENIA COUNTY
- 32 **P. ENCIU, S. C. RĂDAN, A. HADNAGY, M. RĂDAN, M. ENCIU**
RESULTS OF THE INVESTIGATIONS OF THE CORES FROM THE HYDROGEOLOGICAL
PROSPECTION BOREHOLES IN THE DACIC BASIN
- 37 **G. POP**
NEW OCCURRENCES OF THE SEVERIN NAPPE IN MUNȚII ALMAJULUI
(SOUTH CARPATHIANS)
- 41 **A. RUSU**
THE FLOREȘTI MEMBER - A NEW PRIABONIAN LITHOSTRATIGRAPHIC
UNIT FROM NW TRANSYLVANIA
- 43 **A. RUSU, M. MELINTE, G. POPESCU M. ȘTEFĂNESCU**
NEW STRATIGRAPHIC DATA ON THE OLIGOCENE-LOWER MIOCENE DEPOSITS
FROM THE GETIC DEPRESSION (WEST OF THE OLT RIVER)
- 49 **M. MELINTE, I. BĂCEANU**
CRETACEOUS AND TERTIARY SANDSTONES FROM THE BÂSCA CHIOJDULUI BASIN
(EASTERN CARPATHIANS FLYSCH BEND)
- 54 **M. MUREȘAN**
THE AGE OF THE OVERTHRUST NAPPES WITH EPIMETAMORPHICS OF THE TULGHEȘ
GROUP RELATED TO THE DITRĂU ALKALINE MASSIF (EAST CARPATHIANS)



- 58 **A. BALTREȘ, E. MIRĂUTĂ**
LITHOSTRATIGRAPHIC AND BIOSTRATIGRAPHIC STUDIES IN NORTH DOBROGEA
- 61 **G. IONESCU**
UPPER JURASSIC/LOWER CRETACEOUS BIO-AND LITHOSTRATIGRAPHIC DATA OF THE
VALANI NAPPE UNIT, CODRU NAPPE SYSTEM (NORTHERN APUSENI MTS.)
- 65 **J. ION**
SANTONIAN - MAASTRICHTIAN DEPOSITS IN THE DOBROGEAN SECTOR
OF THE MOESIAN PLATFORM
- 70 **D. GRIGORE**
NEW DATA OF THE LACU ROȘU - HĂGHIMAȘ AREA
- 74 **P. CRĂCIUN, E. MOGOȘ, G. CIOBANU, ȘT. GRIGORESCU**
HYDROGEOLOGY OF QUATERNARY DEPOSITS IN THE PUTNA-RÂMNA INTERSTREAM
- 77 **ȘT. GRIGORESCU, G. GRIGORESCU, R. MAFTEI, C. DINULESCU**
AN ANALYSIS OF THE DACIC BASIN, BASED ON SIMULATION MODELS

III. MINERALOGY AND ORE PROCESSING

- 83 **GH. ILINCA, ȘT. MARINCEA**
BISMUTH MINERALS IN ROMANIA. VALEA SEACĂ AREA
- 85 **S. RĂDAN, I. VANGHELIE**
STUDY OF THE SALT AND POTASSIUM SALT ACCUMULATIONS
- 91 **E. MOSONYI**
COMPARATIVE STUDY OF SOME MINERALS FROM ROCKS OF DIFFERENT AGE
AND EVOLUTION. 2. GARNETS FROM THE REBRA SERIES (GROUP)
- 93 **L. ROBU, I.N. ROBU, A. DOBRESCU, I. TIEPAC, V. TOMOȘOIU**
PETROGENETIC SIGNIFICANCE OF THE ACCESSORY MINERALS FROM GRANITOIDS
(FURCĂTURĂ AND PETREANU BODIES)
- 95 **P. HÂRTOPANU, I. HÂRTOPANU, C. CRISTEA, G. STELEA, C. UDRESCU**
MINERALOGICAL STUDY OF THE METAMORPHOSED MANGANESE ACCUMULATION
IN THE BISTRITA MTS, DADU DEPOSIT
- 99 **L. ROBU, M. MĂRUNȚIU, G. STELEA, I. VANGHELIE, V. TOMOȘOIU**
Mg-PHYLOSILICATES OF SOME UTRAMAFIC BODIES FROM THE
SOUTHERN CARPATHIANS
- 101 **L. ROBU, G. STELEA, I.N. ROBU, I. VANGHELIE, V. TOMOȘOIU**
Mg-PHYLOSILICATES AND ASSOCIATED MINERALS IN SOME UTRAMAFIC BODIES
FROM THE SOUTHERN CARPATHIANS (MARGA UTRAMAFIC BODY)
- 107 **I. ENE, L. CRISTACHE, C. RUSU, I. NIȚULESCU, D. ION**
UTILISATION POSSIBILITIES OF THE CHROMITE FROM BENIA-BREAZA
- 110 **I. ENE, M. BORCOȘ, C. RUSU, I. NIȚULESCU, L. CRISTACHE**
RECOVERY OF BOTH GOLD AND POTASSIUM FELDSPARS FROM ROȘIA-MONTANĂ
DEPOSIT
- 112 **I. ENE, C. RUSU, I. NIȚULESCU, D. ION**
BENEFICIATION OF NEPHELINE SYENITE FROM DITRĂU ZONE
- 114 **C. RUSU, I. ENE, S. DIMA, I. NIȚULESCU, D. ION**
ON THE POSSIBILITIES OF UTILISATION OF THE SLAG FROM COPȘA MICĂ
METALLURGICAL PLANT



- 116 **D. G. COJOCARIU**
TOWARDS AN INTELLIGENT CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL
FLOTATION PROCESS
- 120 **S. DIMA, G. DOLMANIAN, L. ILIESCU, N. FLORIA, M. FIERBÂNTU, A. BALABAN,
D. ION, A. PĂRPĂRIȚĂ, T. VELEA, V. PREDICA, C. RĂDULESCU, D. TÂNASE**
RESEARCHES ON THE PROCESSING OF THE ROMANIAN NON-FEROUS ORES
THROUGH A NEW EFFICIENT, NON-POLLUTING TECHNOLOGY (PYRITE ORES
WITH FINE INTERGROWTHS FROM MARAMUREȘ AND BISTRIȚA MTS)

IV. PALEONTOLOGY AND BIOSTRATIGRAPHY

- 125 **E. AVRAM, E. ANTONESCU, M. MELINTE**
THE PALEONTOLOGIC ATLAS OF THE LOWER CRETACEOUS
- 130 **E. AVRAM**
SVINIȚA REGION - A REFERENCE AREA FOR THE
PALEONTOLOGIC/BIOSTRATIGRAPHIC STUDIES
- 134 **J. ION, E. ANTONESCU, M. MELINTE, L. SZASZ**
INTERCORRELATED BIOSTRATIGRAPHY ON THE BASIS OF MACROFAUNA PLANKTONIC
FORAMINIFERA, CALCAREOUS NANNOPLANKTON, DINOFLAGELLATE AND POLLEN
FOR THE SANTONIAN-CAMPANIAN DEPOSITS FROM ROMANIA
- 140 **S. PESTREA**
COMPARATIVE SARMATIAN DIATOM ASSEMBLAGES FROM GETIC AND
ZARAND AREAS AND THEIR PALEO GEOGRAPHIC AND PALEO ECOLOGIC IMPLICATIONS
- 144 **M. MELINTE**
CALCAREOUS NANNOFOSSILS FROM THE SINAIA FORMATION (CEAHLAU NAPPE,
EASTERN CARPATHIANS)

V. IGNEOUS PETROLOGY & VOLCANOLOGY

- 148 **E. NIȚOI, I. URECHE, A. GEORGESCU**
STUDIES FOR THE MODELLING OF INTRUSIVE MAGMATITES EMPLACEMENT:
INTRUSIVE SUBVOLCANIC BODIES IN THE RODNA AND BĂRGĂU MOUNTAINS
- 150 **D. RUSSO-SĂNDULESCU, C. UDRESCU, M. STOIAN**
JURASSIC ALKALINE AND SUBALKALINE MAGMATITES FROM THE INNER
DANUBIAN DOMAIN: GEOCHEMISTRY AND EVOLUTION
- 154 **C. VIERU, C. VIERU, T. STOIAN, A. DOBRESCU, V. TOMOȘOIU,
M. STOIAN, G. GRABARI, I. TIEPAC**
STUDY ON THE VEIN-LIKE MAGMATITES FROM THE DANUBIAN CRYSTALLINE SERIES
OF THE SOUTH CARPATHIANS
- 155 **A. SZAKÁCS, I. SEGHEDI**
PETROGRAPHIC AND VOLCANOLOGIC STUDY OF VOLCANIC TUFFS
IN ROMANIA: THE DEJ TUFF COMPLEX
- 157 **A. SZAKÁCS, I. SEGHEDI**
GENETIC TYPES OF VOLCANICLASTICS IN THE CĂLIMANI-GURGHIU-HARGHITA
VOLCANIC CHAIN (EAST CARPATHIANS)



VI. METAMORPHIC AND STRUCTURAL PETROLOGY

- 160 **V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, V. JOHAN, P. LEDRU**
STRUCTURAL DISCONTINUITIES AND HIGH-GRADE METAMORPHIC ROCKS IN THE
PRE-ALPINE NAPPE STACK OF THE GETIC BASEMENT (SOUTH CARPATHIANS)
- 164 **V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, V. JOHAN, P. LEDRU, CH. GILLE, J. BRETON**
THE PRE-ALPINE HIGH-GRADE METAMORPHICS FROM THE SOUTH CARPATHIANS
- 167 **I. HÂRTOPANU, P. HÂRTOPANU, G. STELEA, GH. ILINCA, I. VANGHELIE,
C. UDRESCU**
METAMORPHIC SKARNS IN WESTERN SOUTH CARPATHIANS METAMORPHICS
- 170 **I. HÂRTOPANU, P. HÂRTOPANU**
COMPARATIVE PETROGENETIC STUDY OF THE REACTION SKARNS (SKARNIDS)
FROM DIFFERENT AREAS AND CONDITIONS: THE REBRA AND LAINICI-PĂIUȘ SERIES
- 172 **G. BINDEA, N. STAN**
BLASTOMYLONITES STUDY IN EASTERN CARPATHIANS
- 174 **V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, P. LEDRU, G. COURRIOUX**
STRUCTURAL CRITERIA FOR PRE-ALPINE LITHO-TECTONIC DIVISION
OF THE GETIC BASEMENT (SOUTH CARPATHIANS)
- 177 **I. STELEA**
RELATIONSHIPS BETWEEN STRUCTURE AND METAMORPHISM IN THE SEBEȘ-LOTRU
SERIES (SEBEȘ-CIBIN MTS)
- 181 **C. STRUTINSKI**
METAMORPHIC FORMATIONS IN CENTRAL AND NORTH DOBROGEA
FROM THE VIEWPOINT OF THE SHEAR-BELT HYPOTHESIS
- 185 **E. MOSONYI, C. STRUTINSKI, D. PAPP**
CHLORITOID-BEARING ROCKS IN THE RODNA MASSIF AND THEIR
TECTONIC SIGNIFICANCE
- 188 **C. STRUTINSKI, E. MOSONYI**
VARIATION OF METAMORPHIC GRADE IN THE REBRA SERIES FROM
THE NORTH-WESTERN PART OF THE RODNA MASSIF
- 190 **G. SĂBĂU, I. GHEUCA**
THE LITHOSTRATIGRAPHIC AND TECTONIC STRUCTURE OF THE LOTRU SERIES
- 194 **M. MUREȘAN**
LITHOSTRATIGRAPHY AND TECTONICS OF THE TULGHEȘ GROUP EPIMETAMORPHICS
FROM THE TULGHEȘ-HAGOTA REGION (EAST CARPATHIANS)
- 198 **M. CONOVICI**
SPATIAL RELATIONSHIP BETWEEN METAMORPHIC ZONALITIES, FOLDS AND
TECTONIC UNCONFORMITIES IN THE GETIC POLYMETAMORPHIC BASEMENT OF THE
GODEANU MOUNTAINS
- 204 **I. DINICĂ**
STRUCTURAL EVOLUTION OF THE METAMORPHICS IN THE CIBIN MOUNTAINS
- 207 **I. DINICĂ, D. PANĂ, M. CONOVICI, E. ROȘU**
ALPINE DYNAMIC METAMORPHISM IN THE MUREȘ ZONE
- 211 **I. STELEA**
Fe-Ti OXIDES IN DYNAMIC METAMORPHISM WITHIN THE SEBEȘ-LOTRU SERIES
(SEBEȘ-CIBIN MTS)



- 215 L. NEDELCU
ALPINE DEFORMATIONAL MECHANISM OF THE FĂGĂRAȘ MTS. A HYPOTHESIS
- 218 A. SEGHEDEI, GH. OAIE, M. MĂRUNȚIU, M. CIULAVU, S. RĂDAN
I. VANGHELIE, A. ȘERBĂNESCU
ALPINE METAMORPHISM IN THE SOUTH CARPATHIANS
- 221 A. SEGHEDEI, GH. OAIE, S. RĂDAN, M. CIULAVU, I. VANGHELIE
ALPINE METAMORPHISM IN ROMANIA

VII. ROCK GEOCHEMISTRY

- 223 T. BERZA, P. ANDĂR, M. TATU
GEOCHEMISTRY OF GRANITOIDS FROM SOUTH CARPATHIANS: TISMANA REVISITED
- 225 M. MĂRUNȚIU, V. IANCU, V. ALEXE, M. STOIAN
GEOCHEMISTRY OF THE METAMAGMATIC ROCKS IN THE GETIC-SUPRAGETIC
DOMAIN OF THE SOUTH CARPATHIANS
- 229 I. NICOLAE, M. ICHIM, P. HÂRTOPANU, Ș. ANASTASE, M. STOIAN
I. TIEPAC, V. ALEXE, C. UDRESCU
GEOCHEMISTRY OF THE ALPINE OPHIOLITIC ROCKS IN THE APUSENI MTS
(TRASCĂU MTS)
- 233 E. ROȘU, A. ȘTEFAN, P. ANDĂR, S. IAMANDEI, E. IAMANDEI
M. STOIAN, G. GRABARI, I. TIEPAC, V. ALEXE, C. UDRESCU
GEOCHEMISTRY OF THE NEOGENE VOLCANICS IN THE SOUTH APUSENI MOUNTAINS

VIII. METALLOGENY AND RELATED PROCESSES

- 236 M. BORCOȘ, J. ANDREI, R. CRAHMALIUC, B. GĂBUDEANU, C. STANCIU,
A. CRAHMALIUC, V. MILU, E. IAMANDEI, S. IAMANDEI, A. GEORGESCU,
E. SZABO, C. ANDREI, D. RĂDULESCU, I. MĂLDĂRESCU, C. CALOTĂ, D. ION,
J.P. MILESI, E. MARCOUX, P. PIANTONE, A. GENNA, P. NEHLIG
L'ANALYSE STRUCTURAL-MÉTALLOGENIQUE DE LA RÉGION VOLCANIQUE NÉOGÈNE
D'OAAȘ-GUTÂI-ȚIBLEȘ (APERÇU SPECIAL SUR LE MASSIF GUTÂI)
- 249 M. TATU, L. ROBU, N. ROBU, A. DOBRESCU, A. ȘERBĂNESCU
M. STOIAN, C. FEKETE, Ș. ANASTASE
GREISENISATION PROCESSES ASSOCIATED WITH THE GRANITOIDS FROM ROMANIA
(NORTH DOBROGEA)
- 251 A. ȘTEFAN, E. ROȘU, G. UDUBAȘA, L. NEDELCU, V. PARASCHIVOIU,
V. MILU, S. BOȘTINESCU, S. IAMANDEI, E. IAMANDEI
ALPINE INTRUSIVE BRECCIAS AND RELATED MINERALIZATIONS IN THE APUSENI
MOUNTAINS
- 255 L. NEDELCU, E. ROȘU, C. COSTEA, Ș. ANASTASE, C. UDRESCU, I. VANGHELIE
NEOGENE INTRUSIVE BRECCIAS AND RELATED METALLOGENESIS IN THE
BAIA MARE AREA
- 259 C. STANCIU
HYDROTHERMAL ALTERATION ZONES INTERCEPTED BY BOREHOLES IN THE
NEOGENE VOLCANICS OF THE EAST CARPATHIANS
- 262 A. VODĂ, M. MUNTEANU
STRUCTURAL AND METALLOGENETIC STUDY OF THE METAMORPHIC ROCKS FROM
BROȘTENI-BORCA REGION
- 265 A. VODĂ, M. MUNTEANU
LITHOSTRATIGRAPHIC, STRUCTURAL AND METALLOGENETIC CORRELATIONS IN THE
EAST CARPATHIANS CRYSTALLINE-MESOZOIC ZONE



IX. GEOMAGNETISM AND ROCK MAGNETISM

- 268 **D. ROMANESCU, V. STOENESCU, E. SZABO, A. GEORGESCU,
V. ROSIN, M. GHIȚĂ, M. MUREȘAN**
MAGNETIC PROPERTIES AND DENSITIES OF METAMORPHIC AND IGNEOUS ROCKS
FROM THE CRYSTALLINE-MESOZOIC ZONE, SOUTH GURGHIU AND NORTH
HARGHITA MTS
- 272 **S.C.RĂDAN, M. RĂDAN**
PALAEOMAGNETISM AND ROCK MAGNETISM OF COAL BEARING FORMATIONS:
APPLICATIONS AND IMPLICATIONS

X. DEEP STRUCTURE INVESTIGATIONS

- 277 **D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, L. ASIMOPOLOS, A. IVANOV, H. NISTOR
C. VISARION**
STUDIES BY MAGNETOTELLURIC SOUNDINGS IN NEW AND PROSPECTIVE ZONES
HAVING GENETIC CONDITIONS FAVOURABLE TO THE ACCUMULATION OF MINERAL
METALLIFEROUS RESOURCES IN BAIA MARE ZONE
- 280 **D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, AL. BALEA, A. IVANOV**
STUDIES BY MAGNETOTELLURIC SOUNDINGS IN NEW AND PROSPECTIVE ZONES
HAVING GENETICAL CONDITIONS FAVOURABLE FOR THE ACCUMULATION OF THE
METALLIFEROUS ORE DEPOSITS - BAIA MARE ZONE
- 283 **P. CRISTEA, B. STANCHEVICI, G. ION**
EXPERIMENTAL SEISMIC RESEARCHES IN ZONES WITH COMPLICATED PHYSICAL AND
GEOLOGICAL CONDITIONS FOR IDENTIFYING DEEP GEOLOGICAL DISCONTINUITIES
- 286 **A. NICOLESCU, M. VIHRIȘTEANU**
ROMANIA'S GRAVITY MAP, SCALE 1:50 000, SHEETS NAGHILETA, MARGHITA,
TASNAD, POCIAIESTAR, SALARD AND POPEȘTI
- 288 **S. SPÂNOCHE**
TECTONICS-SEISMICITY CONNECTIONS SOUTH-EAST OF THE
CARPATHIANS BEND ZONE
- 294 **P. CRISTEA, B. STANCHIEVICI, D. IOANE,
V. ROȘCA, F. SCURTU, L. ATANASIU**
SEISMIC, GRAVITY, AND MAGNETIC RESEARCHES
- 301 **D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, A. IVANOV, AL. BALEA, H. NISTOR**
MAGNETOTELLURIC RESEARCHES

XI. APPLIED GEOPHYSICS AND REMOTE SENSING

- 306 **D. IOANE, J. ANDREI**
ON THE APPLICABILITY OF MERCURIOMETRY IN LOCATING
HYDROCARBON ACCUMULATIONS
- 310 **L. PODOLEANU**
GEOPHYSICAL LOGGING BOREHOLE APPLIED TO CAPITALIZATION,
POSITION AND PRESERVING OF UNDERGROUND WATER RESOURCES
- 311 **L. BEȘUȚIU, R.G. DIMITRIU, A. NICOLESCU,
D. SVORONOS, M. VIHRIȘTEANU**
SHALLOW WATERS GEOPHYSICAL AND BIOGEOPHYSICAL INVESTIGATIONS
- 314 **I. POPESCU, C. NIȚICĂ, A. MARINESCU**
APPLICATION OF THE SATELLITE IMAGES PROCESSING METHODS AND
GEOGRAPHIC INFORMATIONAL SYSTEM (GIS) IN THE GEOLOGICAL SURVEY



XII. BIOPHYSICS AND " PETROELECTROGRAPHY"

- 316 **D. SVORONOS, A. NICOLESCU, C. NIȚICĂ**
STUDY OF THE MAN-GEOLOGICAL ENVIRONMENT INTERACTION PHENOMENA
WITH APPLICATIONS IN THE GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCH
- 319 **D. SVORONOS, A. NICOLESCU, C. NIȚICĂ**
PETROELECTROGRAPHY FOR PERMEABLE ROCKS

XIII. MISCELLANEOUS

- 324 **S.C. RĂDAN, M. RĂDAN, S. RĂDAN, I. ANDREESCU, I. VANGHELIE**
MAGNETOSTRATIGRAPHIC AND MINERALOGICAL STUDY OF DACIAN-ROMANIAN
FORMATIONS FROM MEHEDINTI AREA: TOWARDS THE SYNONYMOUS NAMING
OF LIGNITE BEDS RELATED TO THE MOTRU ZONE
- 332 **A. MIHĂILESCU, M. WOINAROSKI, GH. BUMBAC, C. ONICĂ, P. NICULAE**
RESEARCHES, STUDIES AND DESIGNS FOR THE TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT
IN THE GEOLOGICAL DRILLING FIELD





PREFAȚĂ FOREWORD

Începând cu acest volum "Anuarul Institutului Geologic al României" are un nou design și un nou conținut. În primul rând acesta va cuprinde un raport anual de activitate (științifică, documentară, organizatorică, de cooperare internațională, etc.) și, ocazional, lucrări de sinteză ce se referă la subiecte ce nu pot fi incluse în nici unul din volumele de specialitate Romanian Journal (of Mineralogy, of Petrology etc.).

Prima parte a volumului 69 include o prezentare generală a activității științifice desfășurată de cercetătorii institutului în ultimii doi ani. Rezumatele rapoartelor anuale acoperă practic toate domeniile de cercetare de care se ocupă în mod curent institutul nostru. Acestea sunt complexe, începând cu cartarea geologică, geofizică și geochimică și până la preocupări mai sofisticate, cum ar fi teledetecția, geotermia, biofizica etc., ca și multe alte domenii ale dezvoltării științifice de bază, i.e. mineralogia, paleontologia, petrologia, petrofizica și tehnologii de prelucrare a minereurilor. Succesiunea prezentării datelor nu înseamnă o ierarhizare a problemelor. Toate subiectele incluse în Programul științific al institutului au fost selecționate cu atenție și au aproape aceeași importanță, cu condiția ca ele să aibă ca rezultat noi idei, noi metode de cercetare sau îmbunătățirea lor, sau să reprezinte o bază solidă pentru cooperarea internațională.

Realizările științifice ale Institutului Geologic al României, care joacă rolul unei instituții de tip Geological Survey, sunt impresionante și subliniază, o dată în plus, rolul major al institutului în dezvoltarea științelor geologice în țara noastră. Cei 300 de cercetători ai institutului reprezintă cea mai puternică echipă științifică din țară. Rezultatele obținute provin în cea mai mare parte din potențialul științific intern, la care se adaugă cooperarea internațională. Mulți cercetători participă la programe de cooperare internațională (IGCP, CEI, EC, NATO, etc.) care, pe lângă contactele științifice multi- și bilaterale, au contribuit mult la îmbunătățirea activității generale. Participarea sporită la congrese, simpozioane și workshop-uri în străinătate reprezintă un punct pozitiv în această privință. De asemenea institutul a organizat numeroase întâlniri științifice cu participare internațională (ALCAPA, Proiect IGCP 354, Mineralogie, etc.), dovedind astfel vocația sa internațională. Rapoartele asupra acestor activități vor fi prezentate în partea a doua a acestui volum.

Starting with the present volume, the "Anuarul Institutului Geologic al României" is given both a new design and a new content. First of all, it will contain the annual report of activity (scientific, documentary, organizing, international cooperation, etc.) and occasionally review papers covering topics not suitable for the specialized Romanian Journals (of Mineralogy, of Petrology, etc.).

The first part of the volume 69 includes an overview of the scientific activity carried out by the institute people in the last two years. The extended abstracts of the annual reports practically cover all the fields of researches usually unfolded in our institute. They are many-sided, starting with the geological, geophysical and geochemical mapping to such new and more sophisticated concerns as remote sensing, geothermics, biophysics, etc., as well as several aspects of base science development, e.g. mineralogy, paleontology, petrology, petrophysics and ore processing technologies. The succession of presenting the data is in no way thought to give a rank of the matters. All the topics included in the Scientific Programme of the institute were carefully selected and have nearly the same rank, provided they result in new ideas, new methods of investigation or their improvements or represent a sound basis for international cooperation.

The scientific achievements of the Geological Institute of Romania, which largely fulfils the role of a Geological Survey of the country, are quite impressive and suggest again the major role of the institute in the development of the geological sciences in Romania. With about 300 scientists, the Geological Institute of Romania has the most powerful scientific team in the country. The results obtained derive mostly from the internal scientific potential, to which international cooperation significantly adds. Many scientists of the institute are involved in several international cooperation programmes (IGCP, CEI, EC, NATO etc) and the increasing scientific contacts on a multi- and bilateral basis contributed much to the enhancement of the overall activity. Increasing attendance at congresses, symposia and workshops abroad is an additional positive point in this respect. Nevertheless, the institute itself was able to organize also several scientific meetings with international participation (ALCAPA, IGCP Project 354, Mineralogy etc) proving thus its international vocation. Reports thereupon should be presented in the second part of this volume.



Spectrul activităților desfășurate de Institutul Geologic al României a variat în timp, realizând un echilibru între dezvoltarea științifică de bază și cercetările aplicate, fapt care a reprezentat mult timp o problemă de conjunctură. Imediat după 1993, când institutul a început să funcționeze sub egida Ministerului Cercetării și Tehnologiei, Institutul Geologic al României a obținut adevărata autonomie științifică și organizatorică. Programele de cercetare pe termen lung, elaborate de Consiliul științific al institutului, au fost subvenționate cu generozitate de către minister. Consiliul de conducere al institutului recunoaște acest vot de încredere și înțelegerea statutului său real printre institutele de cercetare din țară.

Contribuțiile prezentate în continuare sper să scoată în evidență nivelul bun al activității științifice desfășurată de institut, ca o continuare a tradiției de 90 de ani și ca bază a dezvoltării viitoare.

*Dr. Gheorghe Udubașă, Director
Membru al Academiei Române*

The spectrum of the activities carried on by the Geological Institute of Romania varied in time with balancing base science development and applied researches, a fact which was long time merely a matter of conjuncture. Just after 1993, when the institute started to work under the aegis of the Ministry of Research and Technology, the Geological Institute of Romania has obtained a real scientific and organizing autonomy. The long time research programmes were worked out by the Scientific Council of the institute generously subsidized by our Ministry. The managing staff of the institute acknowledges this vote of confidence and the understanding of its real status among the research institutes of the country.

The contributions presented below hopefully reveal a good level of the scientific work done in the institute, as a continuation of the 90 years tradition and as a basis for future development.

*Dr. Gheorghe Udubașă, Director
Member of the Romanian Academy*



ISTORIA DEZVOLTĂRII HĂRȚILOR TEMATICE ÎN GEOȘTIINȚE LA INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF THE THEMATIC MAPS IN GEOSCIENCES AT THE GEOLOGICAL INSTITUTE OF ROMANIA

M. SÂNDULESCU

Una dintre cele mai importante sarcini pe care le-a avut Institutul Geologic al României încă de la înființare, și chiar înainte, în ceea ce se poate numi "proto-Institutul Geologic", adică Biroul Geologic, a fost și rămâne elaborarea, inclusiv lucrările de teren, și editarea hărților tematice în geosciințe, mai ales în geologie, geofizică și – până acum două decade – agrogeologie (pedologie).

La cel de-al doilea Congres Geologic Internațional, la Bologna în Italia (1881), a fost înființată Comisia Hărții Geologice Internaționale a Europei. Gregoriu Ștefănescu, unul dintre fondatorii acestei Comisii, a putut în consecință să demonstreze administrației de atunci a României importanța unei instituții a statului, însărcinată cu elaborarea hărții geologice a țării. Astfel s-a născut Biroul Geologic. Acesta a realizat o hartă geologică la scara 1:20.000.000, care a fost tipărită la Viena în 1897. Biroul Geologic și-a întrerupt activitatea în anul 1897, dar aceasta a continuat în cadrul Serviciului de Mine ca un Laborator de Geologie, care a lucrat, de asemenea, pentru editarea hărților geologice.

Puțin timp după înființarea Institutului Geologic al României, în 1909, a fost editată Harta Agrogeologică generală a României, scara 1:50.000, care este a doua hartă de acest tip realizată în întreaga lume, după cele rusești. La o scară mai mică, 1:1.500.000, s-a publicat mai târziu, în 1927, Harta Agrogeologică a României întregite.

După al doilea război mondial în România întregită activitatea privind hărțile tematice s-a amplificat și diversificat. S-a decis ca harta geologică a țării să fie realizată la scara 1:500.000, cuprinzând 6 foi. Aceasta a fost una dintre primele priorități ale Institutului Geologic, prima versiune a hărții fiind încheiată la începutul anilor '30. Imprimarea acestei hărți a început în 1936, dar s-a terminat abia în 1958. În schimb, în 1927, a fost imprimată Harta Geologică a României, scara 1:1.500.000, sub direcția lui Mrazec și redactată de I. Atanasiu și E. Jekelius. Această hartă a fost expusă ca machetă la Congresul Geologic Internațional de la Madrid (1926) și a fost integrată în

One of the most important task of the Geological Institute of Romania, since 1906 and even before, in what may be named the "proto Geological Institute", namely the Geological Bureau, was and still is the compiling, field work included, and editing of thematic map in geosciences, mainly geology, geophysics and, until two decades ago, agrogeology (pedology).

At the 2nd International Geological Congress held in Bologna (Italy) in 1881 the Commission of the International Geological Map of Europe was set up. Gregoriu Ștefănescu, one of the founders of the Commission, demonstrated consequent to the Romanian administration at that time the importance of a state institution charged with the compilation of a geological map of the country. The Geological Bureau was thus founded in 1882. It dealt with the compilation of a geological map scale 1:2,000,000, which was printed in Vienna in 1897. The Geological Bureau ceased its activity in 1897, but the geological activity continued within the Service of Mines as a Geological Laboratory which worked also for geological mappings.

Soon after the foundation of the Geological Institute of Romania, the Agrogeological General Map of Romania scale 1:500,000 was edited, in 1909, which is the second map of this type printed in the whole world, after the Russian ones. To a larger scale, 1:1,500,000, the Agrogeological Map of the entire Romania was published in 1927.

After the First World War in the entire Romanian the activity concerning the thematic maps in geosciences grows larger and more diversified. It was decided that the Geological Map of the country should be at the scale 1:500,000, with 6 sheets. It was one of the first priorities of the Geological Institute, the first version being finished in the early '30s. The printing of this map started in 1938 but was finished only in 1958. In turn in 1927 the Geological Map of Romania scale 1:1,500,000 was printed directed by L. Mrazec and compiled by I. Atanasiu and E. Jekelius. This map was exhibited at the International Geological Congress in Madrid (1926) and was integrated in the second edition of the International Geological Map of Europe.



cea de-a doua ediție a Hărții Geologice a Europei. În același an a fost publicată și Harta Agrogeologică a României, scara 1:1.500.000, sub direcția lui G. Munteanu-Murgoci și redacția lui P. Enculescu, Em. Protopopescu-Pake și T. Seidel.

La mijlocul anilor '20 s-a hotărât publicarea "Atlasului Fiziografic și Statistic al României". Primele două hărți ale acestui Atlas au fost cea Geologică și cea Agrogeologică. În 1929, sub direcția lui Mrazec a fost publicată Harta Orografică a României. De asemenea, au fost publicate mai multe hărți statistice la scara 1:1.000.000: Harta Forței și Debitului Hidraulic Minim (1926), autor M. Sofian; Harta Zăcămintelor și Rezervelor de Fer, Crom, Mangan și Pirită (1931), de Th. Ghițulescu și I. Gavăț, cât și Harta Zăcămintelor și Rezervelor de Cărbuni (1931). Harta Carierelor din România, scara 1:100.000, de R. Cădere, a fost publicată în timpul deceniului al 4-lea.

Cartografia geologică de detaliu s-a dezvoltat mult în deceniile 3 și 4. Mai multe foi (Câmpina, Soimari, Moreni, Vălenii de Munte) ale hărții geologice scara 1:50.000, au fost publicate, însă acest proiect a fost abandonat. În schimb au apărut multe hărți regionale la scara 1:50.000 sau 1:25.000, publicate în Anuarul Institutului Geologic. Ele au stat la baza cunoașterii geologice moderne a României. Printre altele, aceste hărți privesc regiunea Tulgheș de I. Atanasiu, Ocnele de Fier-Bocșa Montană de A. Codarcea, Munții Trascău de M. Ilie, munții Hăghimaș-Ciuc de I. Băncilă, Valea Prahovei de G. Murgeanu, Valea Teleajenului de M. G. Filipescu, regiunea Brașovului de E. Jekelius, Munții Codru-Moma de M. Paucă, Munții Pădurea Craiului și Munții Rodnei, ambele de Th. Kräutner, Masivul Bucegi și Dâmbovicioara de N. Oncescu, Munții Metaliferi de Th. Ghițulescu și M. Socolescu, Munții Vâlcăni de I. Manolescu, Munții Parâng de V. Paliuc, Munții Țarcu de N. Gherasi, Munții Bistriței de M. Savul etc. Toate aceste hărți au fost incluse în Harta Geologică la scara 1:500.000, constituind scheletul acesteia.

Structura complexă a Carpaților, dar și a Dobrogei de Nord, au stimulat, încă de la începutul secolului al 20-lea elaborarea de hărți (schite) tectonice. Prima poate fi considerată harta tectonică a Carpaților Meridionali de G. Munteanu-Murgoci, care nu a fost publicată, dar a fost prezentată la Congresul Geologic Internațional de la Stockholm din 1905. Ea a fost urmată de harta tectonică a pânzelor din Carpații Orientali (1911) de L. Mrazec și I. Popescu-Voitești. Schița tectonică a României de L. Mrazec și I. Popescu-Voitești (1914) este de fapt o sinteză structurală a jumătății estice a ariei carpatice și a forlandului ei, scoțând în evidență polaritatea orogenică a Carpaților și cele mai importante fracturi crustale ale Forlandului. I. Popescu-Voitești (1921) îmbunătățește această hartă și realizează o corelare cu structura Alpilor Ori-

In the same year (1927) the Agrogeological Map of Romania, scale 1:1,500,000 was also published, directed by G. Munteanu-Murgoci and compiled by P. Enculescu, Em. Protopopescu-Pake and T. Seidel.

In the middle of the '20s it was decided to publish the "Physiographic and Statistic Atlas of Romania". The first two maps of this Atlas were the Geological and the agrogeological ones. In 1929, under the direction of L. Mrazec, the Orographic Map of Romania was published. Several statistical maps, scale 1:1,000,000 were published: Map of the Minima Hydraulic Forces and Discharge (1926) by M. Sofian, Map of iron, chrome, manganese and pyrite deposits and reserves (1931) by Th. Ghițulescu and I. Gavăț as well as the Map of Coal Deposits and Reserves (1931). The Map of the Quarries of Romania, scale 1:100,000 by R. Cădere was published during the 4th decade.

The detailed geological cartography largely developed in the 3rd and 4th decades. Several sheets of the map scale 1:50,000 were published, Câmpina, Soimari, Moreni, Vălenii de Munte etc.) but the project was abandoned. In turn detailed regional maps, scale 1:50,000 or 1:25,000 were published in the "Anuarul Institutului Geologic". They were the base of the modern knowledge of the Romanian geology. Among other areas they were concerned with the Tulgheș area by I. Atanasiu, Ocna de Fer-Bocșa Montană by A. Codarcea, Trascău Mts by Mircea Ilie, Hăghimaș-Ciuc Mts by I. Băncilă, Prahova Valley by G. Murgeanu, Teleajen Valley by M. G. Filipescu, Brașov region by E. Jekelius, Codru-Moma Mts by M. Paucă, Pădurea Craiului Mts and Rodna Mts both by Th. Kräutner, Bucegi Mts and Dâmbovicioara area by N. Oncescu, Metaliferi Mts by Th. Ghițulescu and M. Socolescu, Vâlcăni Mts by I. Manolescu, Țarcu Mts by N. Gherasi, Parâng Mts by V. Paliuc, Bistrița Mts by M. Savul, etc. etc. etc. All these maps were included in the Geological Map, scale 1:500,000 constituting the skeleton of it.

The complex structure of the Carpathians but also of the North Dobrogea stimulated, since the beginning of the 20th century, the evolution of tectonic general sketches (maps?). The first is the tectonic map of the South Carpathians by G. Munteanu-Murgoci, which was not published but only shown at the International Geological Congress in Stockholm (1905). It was followed by the East Carpathian Nappes Map (1911) by L. Mrazec and I. Popescu-Voitești. G. Munteanu-Murgoci published in 1911 the Tectonic Map of the Cimmerian Chains covering an area which extends from the Caucasus to the Carpathians. The Tectonic Sketch of Romania by L. Mrazec and I. Popescu-Voitești (1914) represents in fact a structural synthesis of the eastern half of the Carpathian area and of its Foreland, stressing out the orogenic polarity of the



entali. Acumularea de date permite, de asemenea, realizarea hărților tectonice de detaliu. A. Streckeisen publică în 1934 harta tectonică a Carpaților Meridionali, o dezvoltare strălucită a concepției lui Murgoci. El este urmat de Codarcea (1941), care realizează o hartă structurală a părții de vest a Carpaților Meridionali.

După cel de-al doilea război mondial s-a acordat o mare importanță terminării hărții geologice, scara 1:500.000. Cercetările au fost concentrate în Maramureș, Transilvania și Banat, pentru a fi tipărite și ultimele foi ale hărții, care a fost încheiată în 1958.

În același timp au fost realizate progrese în cartografia geologică a Zonei Flișului Carpaților Orientali (I. Băncilă, G. Cernea, I. Dumitrescu, N. Grigoraș, Th. Joja, I. Pătruț, Gr. Popescu etc.) sau a Domeniului Danubian (L. Pavelescu, Gr. Răileanu) și a Apusenilor sudici (D. Giușcă, V. C. Papiu). Toate aceste hărți regionale au fost publicate în Anuarul Institutului Geologic.

Deceniul al 6-lea a fost marcat de o mare afluență de geologi ceea ce a determinat o multitudine de contribuții cartografice. În 1957 s-a hotărât să se înceapă realizarea Hărții Geologice a României, scara 1:100.000. Până în 1963 au fost publicate 15 foi: 9 în aria de curbură a Carpaților Orientali (Brașov, Covasna, Brețcu, Tg. Ocna, Cheia, Băsești, Dumitrești, Vălenii de Munte și Câmpina), 4 în Munții Gutâi-Lăpuș (Seini, Sighet, Tg. Lăpuș, Șomcuta) și 2 în Munții Apuseni (Arieșeni, Moma). Proiectul a fost oprit din cauza deciziei impuse de CAER pentru unificarea hărților geologice a țărilor participante, la scara 1:200.000. Între 1964 și 1968 în Institutul Geologic, condus de Dan Rădulescu, s-a făcut un mare efort pentru elaborarea și tipărirea celor 50 de foi ale hărții geologice, scara 1:200.000, fiecare însoțită de coloane stratigrafice, secțiuni geologice și o notă explicativă. Harta a fost expusă la Congresul Geologic Internațional de la Praga în 1968. A fost un moment important pentru adunarea, corelarea și interpretarea unui material bogat, dar contradictoriu și neuniform.

Deceniul al 7-lea (anii '60) a fost o perioadă când hărțile tematice au cunoscut o dezvoltare diversificată importantă. S-a decis elaborarea și imprimarea "Atlasului Geologic al României", scara 1:1.000.000, cuprinzând hărțile geologică, hidrogeologică, tectonică, metalogenetică, neotectonică, a Cuaternarului, a solurilor, a geochimiei solurilor, a vegetației, a substanțelor minerale utile, a formațiunilor pre-Tortoniene, a formațiunilor pre-Vraconiene, a formațiunilor pre-Stephaniene. În anii '70 au fost editate: ediția a doua a hărților geologică, tectonică și hidrogeologică. Cu excepția hărții geologice, care a fost redactată după principiile "clasice", toate celelalte hărți ale Atlasului Geologic au avut

Carpațieni și cele mai importante falte crustale ale Foreland. I. Popescu-Voitești (1921) a îmbunătățit această hartă și a făcut o corelație cu structura de la Alpii de Est. Acumularea de date a permis compilarea hărților tectonice de detaliu. A. Streckeisen a publicat în 1934 harta tectonică a Carpaților Meridionali, o dezvoltare strălucită a concepției lui Murgoci. El a fost urmat de A. Codarcea (1941) care a elaborat o hartă structurală a Carpaților Meridionali de Vest.

După al doilea război mondial s-a acordat o mare importanță terminării hărții geologice, scara 1:500.000. Cercetările au fost concentrate în Maramureș, Transilvania și Banat, pentru a fi tipărite și ultimele foi ale hărții, care a fost încheiată în 1958. În același timp au fost realizate progrese în cartografia geologică a Zonei Flișului Carpaților Orientali (I. Băncilă, G. Cernea, I. Dumitrescu, Th. Joja, I. Pătruț, Gr. Popescu etc.) sau a Domeniului Danubian (L. Pavelescu, Gr. Răileanu) și a Apusenilor sudici (D. Giușcă, V. C. Papiu). Toate aceste hărți regionale au fost publicate în "Anuarul Institutului Geologic".

Deceniul al 6-lea a fost marcat de o mare afluență de geologi care a determinat o multitudine de contribuții cartografice. În 1957 s-a hotărât să se înceapă realizarea Hărții Geologice a României, scara 1:100.000. Până în 1963 au fost publicate 15 foi: 9 în aria de curbură a Carpaților Orientali (Brașov, Covasna, Brețcu, Tg. Ocna, Cheia, Băsești, Dumitrești, Vălenii de Munte și Câmpina), 4 în Munții Gutâi-Lăpuș (Seini, Sighet, Tg. Lăpuș, Șomcuta) și 2 în Munții Apuseni (Arieșeni, Codru). Proiectul a fost oprit din cauza deciziei impuse de CAER pentru unificarea hărților geologice a țărilor participante, la scara 1:200.000. Între 1964 și 1968 în Institutul Geologic, condus de Dan Rădulescu, s-a făcut un mare efort pentru elaborarea și tipărirea celor 50 de foi ale hărții geologice, scara 1:200.000, fiecare însoțită de coloane stratigrafice, secțiuni geologice și o notă explicativă. Harta a fost expusă la Congresul Geologic Internațional de la Praga în 1968. A fost un moment important pentru adunarea, corelarea și interpretarea unui material bogat, dar contradictoriu și neuniform.

Deceniul al 7-lea (anii '60) a fost o perioadă când hărțile tematice au cunoscut o dezvoltare diversificată importantă. S-a decis elaborarea și imprimarea "Atlasului Geologic al României", scara 1:1.000.000, cuprinzând hărțile geologică, hidrogeologică, tectonică, metalogenetică, neotectonică, a Cuaternarului, a solurilor, a geochimiei solurilor, a vegetației, a substanțelor minerale utile, a formațiunilor pre-Tortoniene, a formațiunilor pre-Vraconiene, a formațiunilor pre-Stephaniene. În anii '70 au fost editate: ediția a doua a hărților geologică, tectonică și hidrogeologică. Cu excepția hărții geologice, care a fost redactată după principiile "clasice", toate celelalte hărți ale Atlasului Geologic au avut



principii de întocmire originale, românești. Unele dintre ele, cum sunt harta tectonică și harta metalogenetică, au fost adoptate și pentru întocmirea hărților similare ale Europei (în cadrul Subcomisiilor specifice ale Comisiei Hărții Geologice a Lumii). Mai târziu, în anii '80, Atlasul a fost completat cu Harta Mișcărilor Crustale Recente, Harta Substanțelor Minerale Utile (ediția a 2-a), Harta Anomaliilor Magnetice și Harta Geotermică.

Pentru realizarea hărților la scară medie (1:200.000 și 1:100.000) anii '60 au reprezentat o perioadă benefică. Pe lângă harta geologică, la această scară a fost începută și elaborarea Hărții Hidrogeologice a României, scara 1:100.000, proiectată a fi realizată pentru aria Câmpiei Dunării și a Câmpiei de Vest (partea estică a Câmpiei Pannonice). Ea a fost terminată pentru Câmpia Dunării în anii '70, iar pentru Câmpia de Vest în anii '80. În 1985 s-a decis să se înceapă elaborarea hărților hidrogeologice, scara 1:50.000, atât în regiunile de câmpie, cât și în regiunile muntoase (mai ales cele carstice). Mai mult de 20 de foi au fost deja elaborate.

În anii 1968 și 1971 au fost realizate cele 17 foi ale Hărții Metalogenetice, scara 1:200.000 (în ariile de interes). A fost utilizată harta geologică la aceeași scară, ca fond pentru mai multe transparente, care corespund fiecărui metal, dar și pentru substanțe nemetalifere și cărbuni.

Din deceniul al 7-lea în Institutul Geologic s-a început redactarea și imprimarea, conform tradiției, a Hărții pedologice, scara 1:200.000. Până în 1972 au fost realizate și imprimate 20 de foi.

Dezvoltarea mare și diversificată a cercetărilor de geofizică, după al doilea război mondial, a condus și la elaborarea hărților geofizice. În 1957 a fost publicată prima Hartă gravimetrică a României, scara 1:1.500.000, care prezintă cele mai importante anomalii regionale și a reprezentat baza pentru interpretări ulterioare a structurii crustei, ca de exemplu Harta Structurii Profunde a României, scara 1:1.500.000 (1963, I. Gavăț, R. Botezatu et al.). Între anii '60 și anii '80 au fost elaborate toate foile hărților gravimetrică și magnetometrică la scara 1:200.000, o bază de date importantă pentru interpretări structurale, geotectonice și geodinamice. Secretomania regimului comunist, care în parte se prelungește și în vremurile actuale, a determinat o difuzare foarte limitată a acestor hărți. Doar anomalii magnetice au fost sintetizate pe o hartă, scara 1:1.000.000, care este difuzată normal.

În anul 1970 a început elaborarea și publicarea Hărții Geologice a României, scara 1:50.000. Acest proiect este încă în curs de a fi realizat. Intenția este de a se edita un număr de aproximativ 400 de foi, care să acopere unitățile carpatice și Dobrogea. Până acum au fost realizate 225 de foi. Munții Apuseni și Carpații

În the '70ies, second editions of geological, tectonic and hydrogeological maps were edited. Excepting the geological map, which followed the "classical" manner of elaboration, all the maps of the Geological Atlas have had "original" Romanian principles of the legends. Some of them, as the tectonic and metallogenetic ones, were adopted for the elaboration of the Europe maps (within the specific Subcommissions of the Commission of the Geological Map of the World). Later, in the '80ies, the Map of the Recent Crustal Movements, the Map of Mineral Resources (2nd edition), the Map of Magnetic Anomalies and the Geothermal Map were added to the Atlas.

For the medium scales maps (1:200,000 and 1:100,000) the '60s were a benefit period. Beside the geological maps at these scales the elaboration of the Hydrogeological Map of Romania scale 1:100,000 started, focussed on the plain areas as the Danubian Plain and the Western Plain (eastern part of the Pannonian Plain). For the Danubian Plain it was finished in the late '70s and for the Western Plain in '80s. In 1985 was decided to start the elaboration of the hydrogeological maps, scale 1:50,000, both in the plain and mountains (mostly carst) areas. More than 20 sheets were elaborated.

Between 1968 and 1971 18 sheets (in area of interest) of a Metallogenetic Map, scale 1:200,000 were drawn up. Using the geological maps at this scale as a support several transparencies for each type of metal but also for nonmetallic and coal bearing formations were produced.

In the '60s started in the Geological Institute, following the tradition, the compilation and printing of the Soil Map, scale 1:200,000, which was interrupted in 1972. Only 18 sheets were printed.

The large and diversified development of the geophysical researches after the Second World War led to the elaboration of geophysical maps. In 1957 the first Gravimetric Map of Romania, scale 1:1,500,000 was published, which showed the most important regional anomaly and represented the base for subsequent interpretation of the crustal structure as for instance the Map of the Deep Structure of Romania, scale 1:1,500,000 published in 1963. Between the '60s and the '80s all the sheets of the gravimetric and magnetometric maps of Romania, scale 1:200,000 were elaborated, a very important data base for structural, geotectonic and geodynamic interpretations. The secretomania of the communist regime, which in part lasts unfortunately in our time, determined a very restricted spreading of these maps. Only the magnetic anomalies were synthesised on a map, scale 1:1,000,000 which is available.

In 1970 started the elaboration and the printing of the Geological Map of Romania, scale 1:50,000.



Meridionali sunt practic în întregime acoperiți: Carpații Orientali, în proporție de 50%, iar Dobrogea - 65%. Legenda ce a fost adoptată pentru harta geologică, scara 1:50.000, a necesitat, pe lângă cartările geologice, studii corelate (petrologice, micropaleontologice, palinologice, geochimice, structurale etc.); aceasta ar putea fi unul dintre motivele care să explice ritmul relativ lent al elaborării hărții.

Participarea internațională a României în diferite organisme internaționale ca Uniunea Internațională a Științelor Geologice, Programul Internațional de Corelare Geologică, și Asociația Geologică Carpat-Balcanică, a angrenat profund Institutul Geologic în acest tip de activități. În ceea ce privește hărțile tematice în geostiințe, a fost antrenat mai ales în Comisia Hărții Geologice a Lumii și în Asociația Geologică Carpat-Balcanică.

Reprezentanții Institutului Geologic au fost implicați, ca reprezentanți ai României, în toate Subcomisiile CHGL. Ei au participat la elaborarea Hărții Tectonice a Europei (I. Dumitrescu - ed. 1; M. Săndulescu - ed. a 2-a și a 3-a), fiind incluși în Comitetul redacțional (M. Săndulescu), la elaborarea Hărții Metalogenetice a Europei (V. Ianovici și D. Rădulescu - ediția întâi, participând și în Comitetul de redacție; D. Rădulescu și M. Borcoș - a doua ediție), precum și pentru redactarea Hărții Geologice a Europei (G. Murgeanu, D. Rădulescu, M. Săndulescu, C. Ghenea). Un reprezentant al Institutului Geologic a fost inclus și în Comitetul de redacție a Hărții Tectonice a Lumii (M. Săndulescu). Participarea la aceste activități internaționale a fost un stimulent pozitiv care a accelerat realizarea hărților naționale de același tip.

În cadrul Asociației Geologice Carpat-Balcanice, România are în sarcină responsabilitatea Comisiei pentru Harta Geologică (condusă succesiv de M. G. Filipescu, G. Murgeanu și M. Săndulescu). În cadrul aceleiași Asociații, reprezentanții României, aparținând Institutului Geologic (I. Dumitrescu și M. Săndulescu) au fost printre principalii redactori ai Hărții Tectonice a ariei Carpat-Balcanice (1974). De asemenea, au participat la elaborarea hărților AGCB a Metamorfitelor (H. Savu, I. Bercia, H. Kräutner) și a Vârstelor Absolute (M. Lemne).

Pentru hărțile geofizice internaționale, Institutul Geologic a contribuit la Harta Geotermică a Europei (S. Veliciu).

The project is still running. The intention is to edit about 400 sheets covering the Carpathians units and Dobrogea. Until now 225 sheets were drawn up. The Apuseni Mts and the South Carpathians are practically covered; the East Carpathians 50 % and Dobrogea 65 %. The legend adopted for the Geological Map to 1:50,000 is complex enough to determine correlated studies beside the geological mapping (petrological, micropaleontological, palinological, geochemical, structural etc.); this may be an explanation for a relatively slow rhythm of elaboration.

The international participation of Romania in different international bodies as the International Geological Congress, International Union of Geological Sciences, International Project of Geological Correlation and the Carpatho-Balkan Geological Association deeply involved the Geological Institute in this type of activities. Concerning the geosciences thematic maps it was mostly involved in the Commission of the Geological Map of the World and in the Carpatho-Balkan Geological Association.

The representatives of the Geological Institute were involved, as representatives of Romania, in all CGMW Sub-Commissions. They participated in the elaboration of the Tectonic Map of Europe (I. Dumitrescu the 1st edition, M. Săndulescu the 2nd and 3rd editions) being involved in the Editorial Board (M. Săndulescu), in the elaboration of the Metallogenetic Map of Europe (V. Ianovici and D. Rădulescu, the 1st edition, participating in the editorial board also D. Rădulescu and M. Borcoș the 2nd edition), the Hydrogeological Map of Europe (C. Ghenea) and the International Geological Map of Europe (G. Murgeanu, D. Rădulescu, M. Săndulescu, C. Ghenea). A representative of the Geological Institute was included in the Editorial Board of the Tectonic Map of the World (M. Săndulescu). The participation in these international activities was a positive stimulent which accelerated the elaboration of the same type of the national maps, or imposed their principles.

Within the Carpatho-Balkan Geological Association, Romania is in charge of the Commission for the Geological Maps (led successively by M. G. Filipescu, G. Murgeanu and M. Săndulescu). In the same Association the representatives of Romania, belonging to the Geological Institute (I. Dumitrescu and M. Săndulescu) were among the main editors of the Tectonic Map of the Carpatho-Balkan Area (1974).

Romanian contributions for the CBCA Map of Metamorphic formations (H. Savu, I. Bercia, Th. Kräutner) and Map of Absolute Age (M. Lemne) were elaborated in the Geological Institute, too.

For the international geophysical maps the Geological Institute contributed by its representatives (S. Veliciu) to the Geothermal Map of Europe.



Istoria hărților tematice geoștiințifice în România este mai veche de un secol. Acumulând eforturile tuturor generațiilor de specialiști în geoștiințe, este în același timp istoria cunoașterii structurii, evoluției și alcătuirii munților, dealurilor, podișurilor și câmpiilor țării noastre.

The history of the geosciences thematic maps in Romania is older than a century. Accumulating the efforts of all the Romanian generations of geoscientists it is the history of the knowledge on the structure, evolution and consistence of the mountains, hills, plateaus and plains of our country.



ATLASUL GEOCHIMIC AL ROMÂNIEI
scara 1:3.000.000
GEOCHEMICAL ATLAS OF ROMANIA
scale 1:3,000,000

P. ANDĂR, I. N. ROBU, R. NICOLESCU, M. GHEAUŞ

În 1994 a început, în colaborare cu Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe din Hannover, Germania, un program de cartare geochimică la scară mică în vederea unei recunoaşteri globale a caracteristicilor geochimice ale distribuţiei elementelor în formaţiunile geologice din România. Scopul acestor cercetări îl reprezintă elaborarea atlasului geochimic al României. Ca mediu de probare au fost folosite aluviunile din albia minoră a râurilor ("stream sediments") şi apele din râuri. Colectarea probelor s-a făcut după o reţea cu dimensiunea celulei de 0,5 grade longitudine şi latitudine, rezultând o densitate de probare de o probă la cca. 2000 km². Pentru aluviuni s-a folosit fracţia de 0,063 mm obţinută prin sitare umedă la locul de recoltare a probei.

În 1995 au fost prelevate probe din Munţii Apuseni, bazinul Panoniei, bazinul Transilvaniei, Câmpia Română şi Dobrogea.

Aluviunile au fost analizate pentru 58 elemente prin metoda fluorescenţei cu raze X şi prin metoda ICP-MS. Probele de ape au fost analizate pentru 53 elemente prin metodele ICP-MS, ICP-OES şi cromatografică. Rezultatele analizelor au fost prelucrate statistic şi au fost construite hărţile geochimice cu distribuţia lor areală.

Aluviuni. Conţinuturile elementelor analizate în aluviuni au o distribuţie statistică lognormală cu excepţia SiO₂, Al₂O₃, K₂O, Ga şi Rb. Corelaţiile între conţinuturile elementelor sunt rare, dar unele elemente (La, Ce, Hf, Nb, Y, etc.) prezintă adesea valori mari ale coeficientului de corelaţie liniară.

Distribuţiile spaţiale ale As, Cu, Pb şi Zn arată că zonele cu conţinuturi mai mari sunt situate în regiuni aparţinând provinciei metalogenetice asociate vulcanismului neogen (regiunea Maramureş) şi provinciei metalogenetice asociate magmatismului paleogen (Banat).

Conţinuturile mai mari de Co şi Ni sunt situate în Carpaţii Meridionali şi Carpaţii Orientali. Totuşi, valoarea maximă a conţinuturilor de Ni apare în Câmpia Panonică şi se datorează poluării cu reziduuri petroliere. Conţinuturile cele mai ridicate de Cr şi V, elemente tipice pentru asociaţiile de roci bazice,

În 1994 a geochemical mapping program at a low scale for a global reconnaissance of the geochemical characteristics of the distribution of the elements in the geological formations from Romania started in co-operation with Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe from Hannover, Germany. The objective of these surveys is the elaboration of the geochemical atlas of Romania. Stream sediments and stream waters were used as sampling media. Samples were collected from a sampling network with cell size of 0.5 degree longitude and latitude, resulting in a sampling density of about one sample per 2000 km². For stream sediments 0.063 mm fraction size was used, obtained by wet sieving at the sample site.

In 1995 samples from Apuseni Mountains, Pannonian Basin, Transylvanian Basin, Romanian Plain and Dobrogea were collected.

Stream sediments samples were analysed for 58 elements by X-ray fluorescence and ICP-MS methods. Stream water samples were analysed for 53 elements by ICP-MS, ICP-OES and ion chromatography. The results of the analyses have been statistically processed and geochemical maps of their areal distribution have been drawn up.

Stream sediments. The contents of the analysed elements in stream sediments have a log-normal statistical distribution excepting SiO₂, Al₂O₃, K₂O, Ga and Rb. The correlations between the contents of the elements are rare, but some elements (La, Ce, Hf, Nb, Y, etc) have often high values of the linear correlation coefficient.

The spatial distributions of Pb, Zn, Cu and As indicate that the areas with higher contents are situated in regions belonging to the metallogenetic province related to the Neogene volcanism (Maramureş region) and to the metallogenetic province related to the Paleogene magmatism (Banat region).

The higher contents of Co and Ni are situated in the South Carpathians and the East Carpathians. However, the maximum value of Ni appears in the Pannonian Basin and it is due to pollution with oil residue. The highest contents of Cr and V, trace elements typical of the basic rock associations, are found in the



se întâlnesc în Carpații Orientali.

Distribuția conținuturilor de bariu este destul de diferită de cea a stronțului. Conținuturile cele mai ridicate de bariu se întâlnesc în partea de nord-vest a Câmpiei Române și în partea centrală a bazinului Transilvaniei, în timp ce conținuturile cele mai ridicate de stronțiu se întâlnesc în Carpații Meridionali, în partea sudică a Carpaților Orientali și în partea de vest și de sud a Câmpiei Române.

Conținuturile cele mai ridicate de pământuri rare apar în zonele de aflorare a șisturilor cristaline în Carpații Meridionali și în partea de nord-vest a Munților Apuseni. Distribuția spațială a conținuturilor elementelor caracteristice mineralelor grele (Zr, Hf și Nb) și a elementelor radioactive este asemănătoare cu cea a pământurilor rare.

Ape. Valorile mai mici (7 - 7,5) ale pH-ului apelor râurilor se întâlnesc în zonele montane (Carpații Meridionali, Carpații Orientali și partea de nord a Munților Apuseni), în timp ce valorile mai ridicate (8 - 8,5) apar în special în partea de est și de sud a României, în Podișul Moldovenesc și Câmpia Română.

Variabilitatea areală a conductivității apelor este asemănătoare cu cea a pH-ului. Valorile mai mici ($<100 \mu\text{S/cm}$) se întâlnesc în zonele montane, pe când valorile mai ridicate ($>1000 \mu\text{S/cm}$) apar în partea de est și de sud a țării, ca și în partea centrală a bazinului Transilvaniei.

Distribuția spațială a conductivității în apele râurilor este determinată de distribuția areală a elementelor cu concentrații ridicate în ape ca Na, K, Ca, Mg, Cl și SO_4 . Hărțile geochimice arată o distribuție areală foarte asemănătoare a acestor elemente. Unele elemente minore ca As, B, Br, I, Bi, Mo, etc. prezintă, de asemenea, o distribuție spațială asemănătoare cu a elementelor menționate mai sus.

Deși este posibil ca o parte dintre valorile mai mari ale unor elemente din ape să se datoreze poluării industriale sau utilizării substanțelor chimice în agricultură, totuși astfel de considerații sunt nesigure în această etapă datorită densității mici de probare.

Acestea sunt primele hărți geochimice realizate pentru întreg teritoriul României și ar fi de subliniat faptul că, datorită numărului foarte mic de probe, distribuția areală a conținuturilor elementelor chimice analizate și relațiile lor cu tipurile petrografice ale formațiunilor geologice au un grad de siguranță destul de mic. Din acest motiv este necesar ca aceste cercetări să fie continuate la o densitate mult mai mare.

East Carpathians.

The distribution of the high-barium contents is quite different from that of strontium. The highest barium contents are situated in the north-western part of the Romanian Plain and in the central part of the Transylvanian Basin, whereas the highest strontium contents are found in the South Carpathians, in the southern part of the East Carpathians, and in the western and southern part of the Romanian Plain.

The highest contents of rare earth elements are recorded in the outcrop areas of the crystalline schists in the South Carpathians and in the north-western part of the Apuseni Mountains. The areal distribution of the contents of the heavy minerals characteristic elements (Zr, Hf and Nb) and of the radioactive elements is quite similar to that of the rare earth elements.

Stream waters. Lower values (7-7.5) of the pH of stream waters are found in the mountainous areas (South Carpathians, East Carpathians and northern part of the Apuseni Mountains), whereas the highest values (8-8.5) are recorded especially in the eastern and southern part of Romania, in the Moldavian Plateau and in the Romanian Plain.

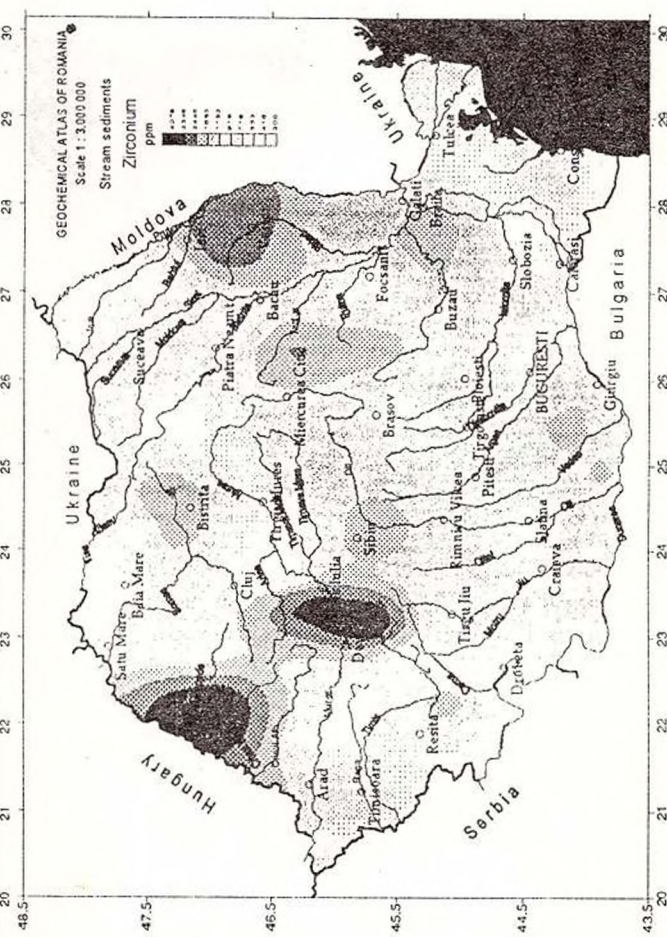
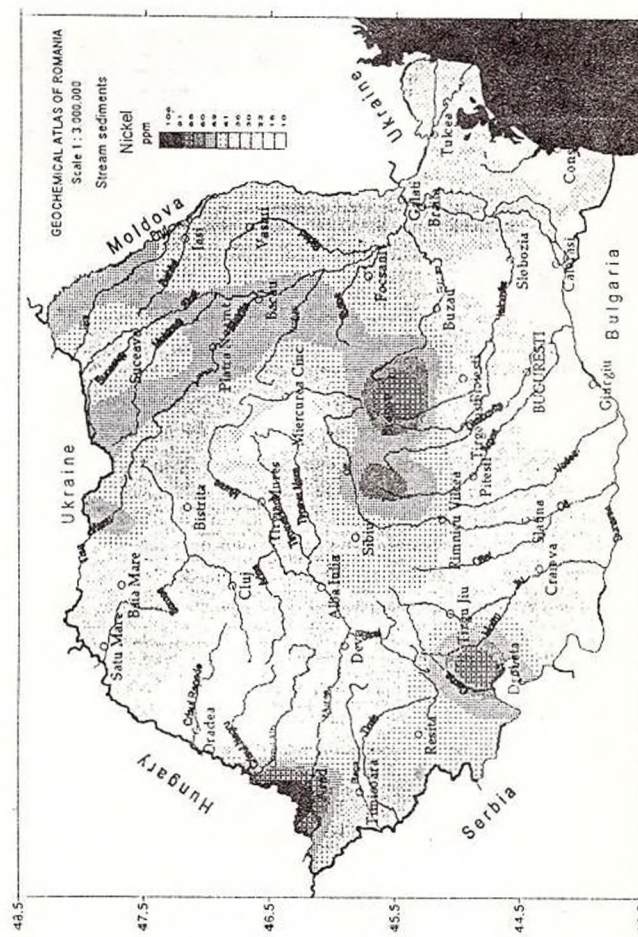
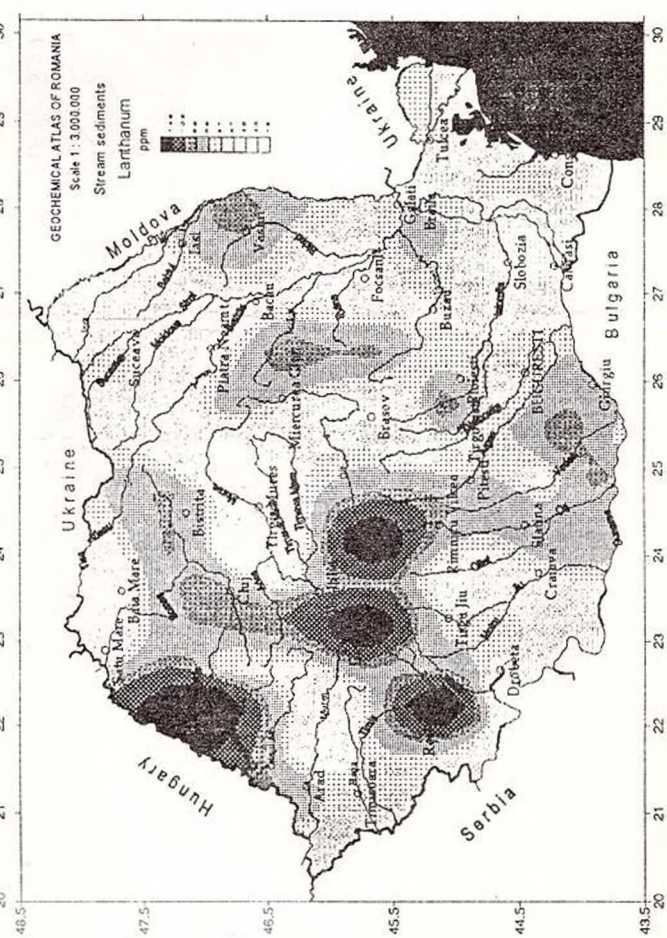
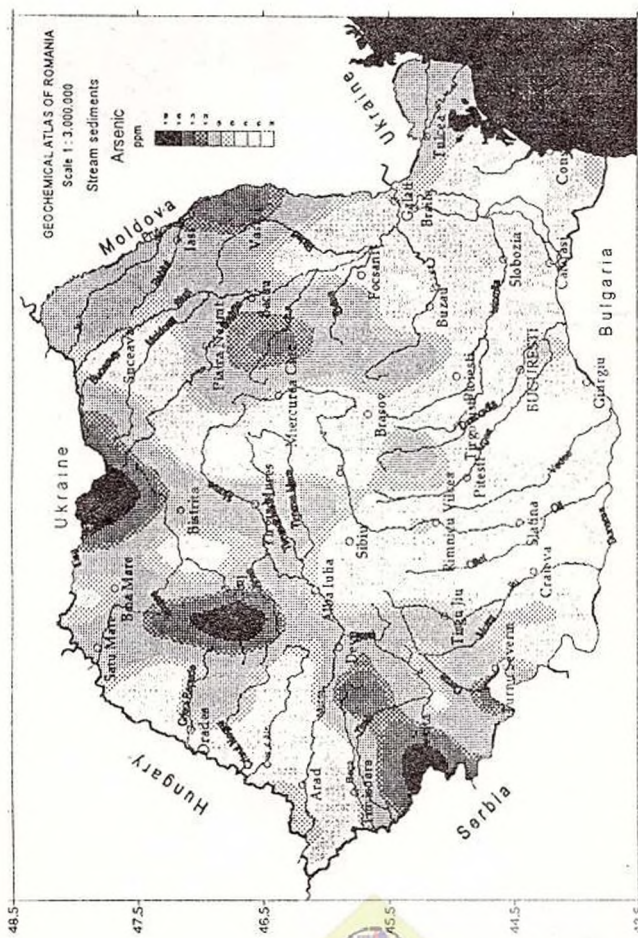
Areal variability of the conductivity of the stream waters is similar to those of pH. Lower values ($<100 \mu\text{S/cm}$) are found in the mountainous areas, whereas high values ($>1000 \mu\text{S/cm}$) are recorded in the eastern and southern part of the country, as well as in the central part of the Transylvanian Basin.

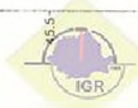
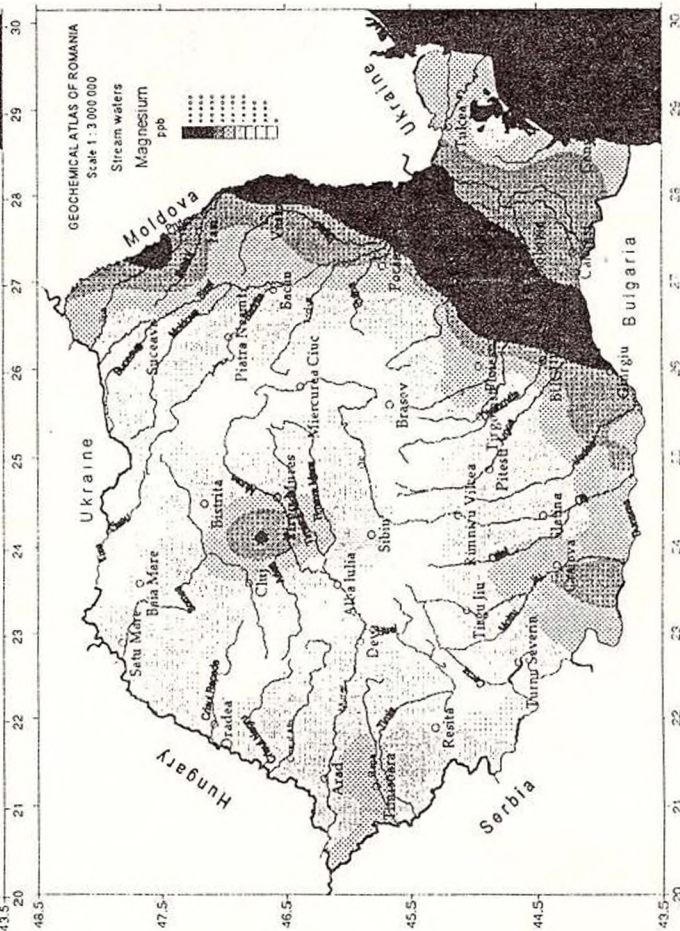
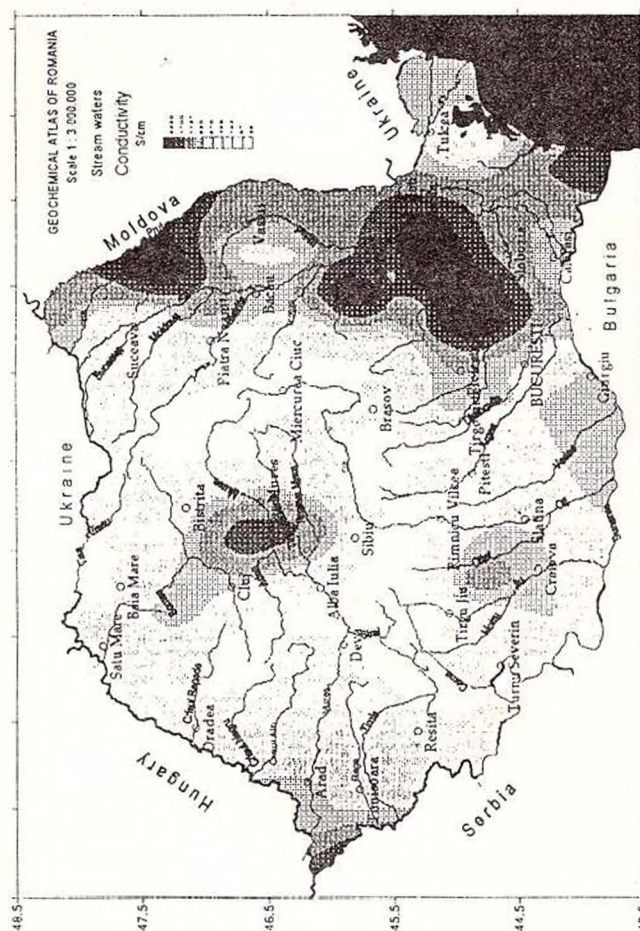
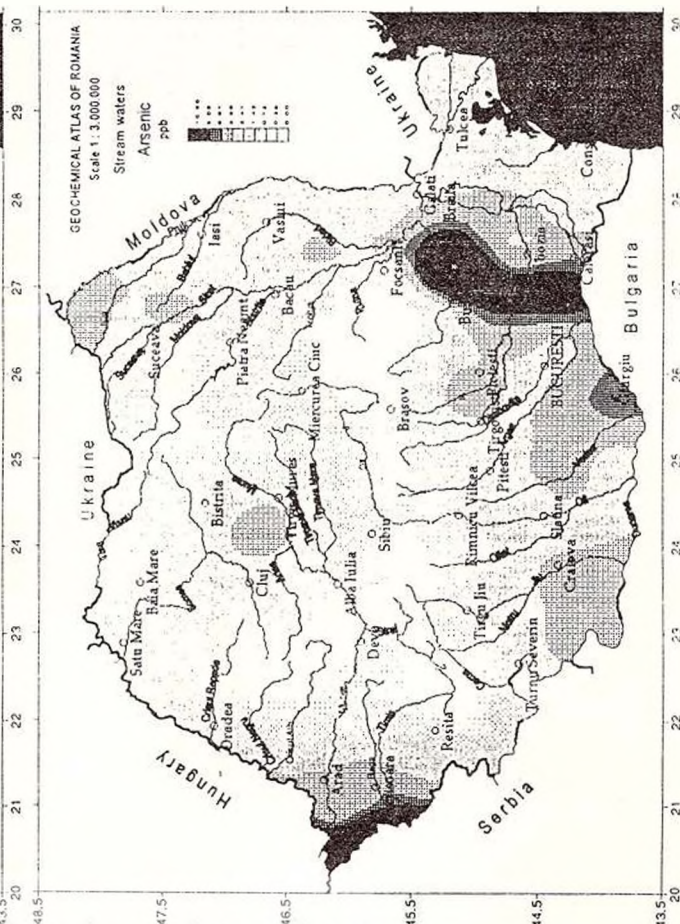
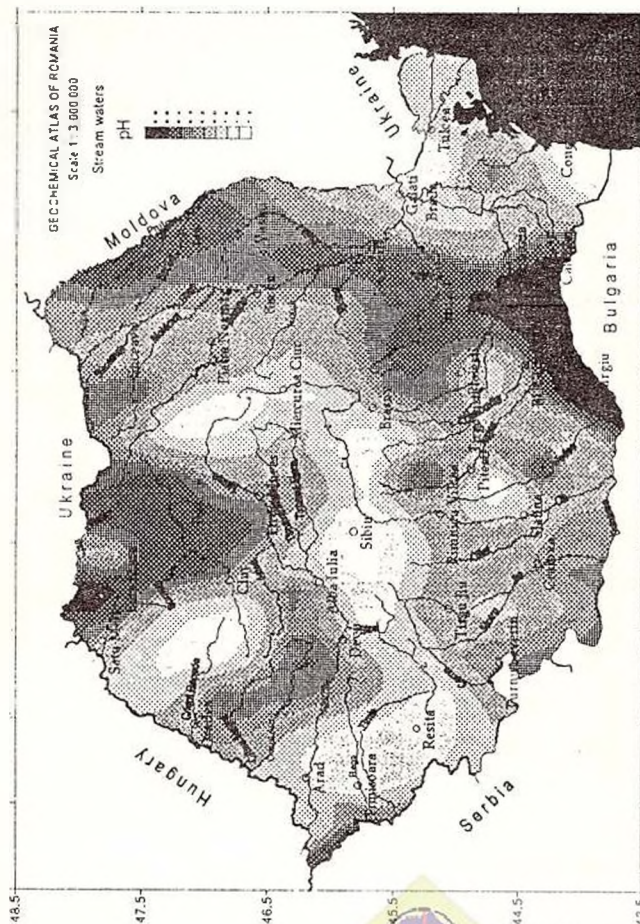
Spatial distribution of the conductivity in stream waters is determined especially by areal distribution of the elements with high concentrations in stream waters like Na, K, Ca, Mg, Cl and SO_4 . The geochemical maps show a very similar areal distribution of those elements. Some trace elements such as As, B, Br, I, Bi, Mo, etc. show a similar spatial distribution, too.

Although it is possible that a part of the higher values for some elements in stream waters may be caused by industrial pollution or by using fertilizers in agriculture, however, such considerations are uncertain now due to the very small sampling density.

These are the first geochemical maps drawn up for the whole territory of Romania and it should be noted that because of the very small number of samples collected, the areal distribution of the contents of the analysed chemical elements and their relationships with the petrographic types of the geological formations, obtained during this stage of research, have a quite low degree of certainty. For this reason it is necessary that the researches to be continued with a much denser sampling network.







GEOLOGIA REGIUNII PARCULUI NAȚIONAL DOMOGLED-VALEA CERNEI

GEOLOGY OF THE DOMOGLED-CERNA VALLEY NATIONAL PARK AREA

I. STĂNOIU

Parcul național Domogled-Valea Cernei este situat de-a lungul văii Cerna, în Munții Mehedinți, în partea estică a Munților Cerna și Godeanu și în partea nord-vestică a Podișului Mehedinți.

Pe arealul parcului național Domogled-Valea Cernei află formațiuni care aparțin mai multor unități paleogeografice și tectonice.

Referitor la fundamentul preordovician al unității de Cerna (sensu Codarcea, 1940) se constată că prezența cuverturii paleozoic inferioare (formațiunea de Valea Izvorului), peste rocile grupurilor Drăgșan și Lainici-Păiuș, sugerează că unitățile cristalofiliene de Drăgșan și de Lainici-Păiuș au fost alăturate înaintea Ordovicianului.

Cuvertura paleozoic superioară a unității de Cerna este reprezentată printr-o molasă continentală hercinică, argilo-detritică, westphalian-?permiană, intens diagenizată, slab metamorfozată.

Rocile sedimentare ale cuverturii alpine din cadrul unității de Cerna, care trec lateral la roci slab metamorfozate, se grupează în patru cicluri sedimentare: ciclul Juristic, ciclul Cretacic Inferior, ciclul Cenomanian-Turonian mediu și ciclul Turonian superior?-Senonian.

Formațiunile carbonatice jurasic superior-cretacic inferioare au fost recent studiate amănunțit (Stănoiu et al., 1989). Formațiunea de Baia de Aramă, liasic-aaleniană, discordantă, este în facies de tip Gresten. Formațiunea mezojurasică de Vârful lui Stan (5–20 m grosime), uneori discordantă, este reprezentată prin calcare grezoase și gresii calcaroase cu faună marină. Formațiunea marină de Cerna Vârf (200 m grosime) este reprezentată predominant prin calcare peletale și intraclastice, relativ fine, negricioase, stratificate în bancuri decimetrice, cu silicolite la partea inferioară (subformațiunea de Cornetu Mare-Calovian mediu-Oxfordian) și fără silicolite la partea superioară (subformațiunea de Cornetu Mic-Kimmeridgian). Formațiunea tithonică de Valea Pragului (cca. 100 m grosime) este reprezentată prin calcare scheletale cu faună marină (corali, pachiodonte, foraminifere, alge) și nannoplanton. Formațiunea berriasian inferioară de Sohodol (10–100 m grosime),

The Domogled-Valea Cernei national park is situated along the Cerna Valley in the Mehedinți Mts, in the eastern part of the Cerna and Godeanu Mts and in the north-western part of the Mehedinți Plateau.

In the area of the Domogled-Cerna Valley national park formations which belong to several paleogeographic and tectonic units are cropping out.

As concerns the pre-Ordovician basement of the Cerna Unit (sensu Codarcea, 1940), it is of note that the presence of the Lower Paleozoic cover (Valea Izvorului Formation) over the rocks of the Drăgșan and Lainici-Păiuș groups indicates that the Drăgșan and Lainici-Păiuș crystalline formations joined together before the Ordovician.

The Upper Paleozoic cover of the Cerna Unit is represented by a Hercynian continental clayey-detrital formation (Westphalian-?Permian) intensely diagenized and poorly metamorphosed.

The sedimentary rocks of the Alpine cover within the Cerna Unit, that grade laterally to poorly metamorphosed rocks, are grouped into four tectono-sedimentary cycles: Jurassic, Lower Cretaceous, Cenomanian-Middle Turonian, and Upper Turonian?-Senonian. The Upper Jurassic-Lower Cretaceous carbonatic formations have been recently and detailed studied Stănoiu et al., 1989). The Baia de Aramă Formation, Liassic-Aalenian in age, is unconformable and displays a Gresten type facies. The Vârful lui Stan Formation, (5–20 m thick) Mesojurassic in age, locally unconformable, is represented by sandy limestones and calcareous sandstones with marine fauna. The Cerna Vârf marine formation (200 m thick) is represented mostly by pelletal and intraclastic, relatively fine, blackish limestones, stratified in decimetric banks, with silicolites at the lower part (Cornetu Mare Subformation-Middle Calovian-Oxfordian) and without cherts at the upper part (Cornetu Mic Subformation-Kimmeridgian). The Valea Pragului Formation (ca. 100 m thick), Tithonian in age, is represented by skeletal limestones with marine fauna (corals, pachiodonts, foraminifers, algal) and nannoplankton. The Sohodol Formation (10–100 m thick), Lower Berriasian in age, is unconformable, continental



discordantă, continentală (gresii groasiere violacee verzui-cenușiu, sau albicioase), cu secvențe paludal lacustre (hematite și calcare cu charophyte și ostracode) și marin-salmastre (calcare cu foraminifere, ostracode, alge și nannoplankton), care au fost atribuite Paleozoicului (serie de Tulișa sau Permianului), Liassicului sau Dogerului. Formațiunea de Busești (600 m grosime), berriasian superior-aptiană, adesea discordantă, reprezentată prin calcare de tip urgonian, cu corali și caprotine, poate fi uneori divizată în trei subformațiuni: subformațiunea de Pocruia (150 m grosime), berriasian superior-valanginiană la partea inferioară, reprezentată prin calcare de tip urgonian, subformațiunea de Sodoieșu (20–50 m grosime), hauteriviană, reprezentată prin calcare fine micritice, marnocalcare și marne cenușiu-negriceoz și subformațiunea de Tismana (400 m grosime), barremian-aptiană la partea superioară, reprezentate prin calcare de tip Urganian. O parte a rocilor formațiunii de Busești a fost atribuită anterior Paleozoicului (calcarele de Oslea), sau Jurassicului superior. Formațiunea de Pecinișca (1 m grosime) discordantă, continentală, albiană?, este reprezentată printr-o brechie cu elemente de calcare și ciment argilitic și silicios.

Ciclul Cenomanian-Turonian mediu este reprezentat prin formațiunea de Nadanova, iar ciclul Turonian superior-Senonian este reprezentat prin formațiunea de Jghiabu (700 m grosime), discordantă, constituită din secvențe ritmice de tip fliș și secvențe de tip olistostromă, adesea intens tectonizate, care conțin olistolite de calcare de tip Urganian, la partea inferioară (subformațiunea de Titirlești) și olistolite reprezentate prin roci magmatice bazaltice, calcare micritice cu callionele și saccocome (Kimmeridgian-neocomiene) de tipul Danubianului intern și secvențe de tipul stratelor de Sinaia și de Azuga, la partea superioară (subformațiunea de Brebina).

În cadrul unității de Coșuștea (sensu Codarcea, 1940) care participă la alcătuirea pânzei laramice de Coșuștea (Stănoiu, în Stănoiu et al., 1988) au fost separate nouă formațiuni jurasic-cretacice, grupate în trei cicluri sedimentare: ciclul Jurasic-Cretacic inferior, ciclul Cenomanian mediu?-Turonian mediu și ciclul Turonian inferior?-Maastrichtian inferior. Formațiunea de Miclescu (500 m grosime), liasic-aaleriană, este reprezentată prin siltite și argilite cenușiu-negriceoz+gresii cuarțo-feldspatice cu resturi de plante, posidonii și microfloră. Formațiunea de Zgău (30–50 m grosime), dogger-callovian inferioară, este constituită din gresii și siltite micacee, cenușii, cu lamelibranchiate, belemniti și amoniți. Formațiunea de Coadă Vărului (10–20 m grosime), callovian mediu-oxfordian inferioară, este alcătuită din argilite și siltite cenușii cu silicolite, în care s-au semnalat calcisfere, radiolari, protoglobigerinide, prodisoconce (filamente) și

(violaceous greenish-grey or whitish coarse sandstones), with lacustrine paludal (hematites and limestones with charophytes and ostracods) and marine-brackish (limestones with foraminifers, ostracods, algal and nannoplankton) sequences, that have been ascribed to the Paleozoic (Tulișa Series) or to the Permian, Liassic or Dogger. The Busești Formation (600 m thick), Berriasian Upper Aptian in age, often unconformable, is represented by Urganian limestones, with corals and caprotines, and it can be divided into three subformations: Pocruia Subformation (150 m thick), Upper Berriasian-Valanginian in age, at the lower part, represented by Urganian limestones; Sodoieșu Subformation (20–50 m thick), Hauterivian in age, represented by fine micritic limestones, marly-limestones and grey-blackish marls; Tismana Subformation (400 m thick), Barremian-Aptian in age, at the upper part, represented by Urganian limestones. Some of the rocks of the Busești Formation have been previously assigned to the Paleozoic (Oslea limestones) or to the Upper Jurassic. The Pecinișca Formation (1 m thick), unconformable, continental, Albian ? in age, is represented by breccia with elements of limestones and argillic and siliceous cement. The Cenomanian-Turonian Middle cycle is represented by the Nadanova Formation and the Upper Turonian-Senonian cycle is represented by the Jghiabu Formation (700 m thick), unconformable, constituted of rhythmic sequences of flysch and olistostrome type, often intensely tectonized, that contain olistoliths of Urganian limestones at the lower part (Titirlești Subformation), and olistoliths represented by basaltic magmatic rocks, micritic limestones with callionelles and saccocomes (Kimmeridgian-Neocomian) of the Inner Danubian type and sequences of the Sinaia and Azuga Beds type at the upper part (Brebina Subformation).

Within the Coșuștea Unit (sensu Codarcea, 1940), that takes part in the formation of the Coșuștea Nappe, Laramian in age, (Stănoiu, in Stănoiu et al., 1988), nine Jurassic-Cretaceous formations have been separated, grouped into three tectono-sedimentary cycles: Jurassic-Lower Cretaceous cycle, Middle Cenomanian-Middle Turonian cycle, and Lower Turonian?-Lower Maastrichtian cycle. The Miclescu Formation (500 m thick), Liassic-Aalenian in age, is represented by siltstones and grey-blackish argillites + quartz-feldspathic sandstones with plant, posidonia and microflora remains. The Zgău Formation (30–50 m thick), Dogger-Lower Callovian in age, is constituted of sandstones and micaceous siltstones, of a grey colour, with lamellibranchs, belemnites and ammonites. The Coadă Vărului Formation (10–20 m thick), Middle Callovian-Lower Oxfordian in age, consists of argillites and siltstones, of a grey colour, with cherts, within which calcispheres, radiolaria, protoglo-



Globochaete alpine. Formațiunea de Valea Părului (20 m grosime), oxfordian superior-kimmeridgian inferioară, este reprezentată prin calcare fine micritice, slab argiloase, cu silicolite și intercalații de argilite, în care s-au evidențiat calcisfere, radiolari, protoglobigerinide, prodisoconce și, la partea terminală, *Saccocoma* sp. Formațiunea de Bârza (20–50 m grosime), kimmeridgian superior-tithonic-?neocomiană, este constituită din calcare biomicritice, intraclastice (slab nodulare), peletale și peloide, slab argiloase, cenușii, cu calcisfere, protoglobigerinide, prodisoconce, *Saccocoma* sp. (la partea inferioară) și calpionele (la partea terminală). Formațiunea de Răiculești (2 m grosime), albiană?, este reprezentată printr-o brechie continentală, roșcată, cu elemente de calcare și silicolite, prinse într-un ciment hematitic și silicios. Formațiunea de Ponoarele (5–10 m grosime), de vârstă Cenomanian mediu-?Turonian mediu, este alcătuită din calcare micritice și biomicritice, marnocalcare, marne și siltite, cu rare silicolite și resturi de foraminifere. Formațiunea de Dejderiu (500 m grosime), turonian superior-?senoniană, este reprezentată printr-un flîș grezos cu intercalații de tip olistostromă ce conține resturi de globotruncane. Formațiunea de Balta (500 m grosime), senonian superior-maastrichtian inferior, este constituită din secvențe de olistostromă și de flîș grezos-argilos (inclusiv gresia de Vârciorova) cu globotruncane de tip Campanian mediu-Maastrichtian inferior.

Pânza de Cerna (Codarcea, 1940), care reprezintă o duplicatură final-cretacică a unității de Cerna, ambalată tectonic în pachetul de pânze laramice danubiene, este alcătuită din roci de tipul celor caracteristice unității de Cerna (formațiunile de Cerna Vârf, Busești, Nadanova și Jgheabu).

Pânza de Obârșia (Stănoiu, 1994) este reprezentată prin complexul ofiolitic de Obârșia (Stănoiu, in Bercia et al., 1977) alcătuit în cea mai mare parte dintr-un amestec (melanj tectonic) de corpuri de roci de tip litosferă oceanică, jurasic-?, intens diagenizate, slab metamorfizate și intens tectonizate (dolerit-bazalte, argilite cu radiolari, jaspuri, radiolarite, gabouri, serpentinite), la care se adaugă șisturi cristaline intens milonizate și retromorfizate (micasisturi și paragneise) de tipul cristalinului de Severin și secvențe ritmice de tipul stratelor de Sinaia și de Azuga intens diagenizate-slab metamorfizate.

Pânza de Severin (Codarcea, 1940) este reprezentată printr-un fundament cristalin (cristalinul de Severin: micasisturi și paragneise intens tectonizate-milonizate și retromorfizate) și o cuvertură sedimentară constituită din două cicluri de sedimentare. Ciclul Liasic-?Kimmeridgian este alcătuit din formațiunea de Balabanu, discordantă, liasică, continentală, în fațes de tip Gresten, reprezentată prin gresii, microcongl-

bigerinids, prodisoconces (filaments), and *Globochaete alpina* are to be found. The Valea Părului Formation (20 m thick), Upper Oxfordian-Lower Kimmeridgian in age, is represented by fine micritic, poorly clayey limestones with cherts and argillites intercalations, that include calcispheres, radiolaria, protoglobigerinids, prodisoconces and the terminal part, *Saccocoma* sp. The Bârza Formation (20–50 m thick), Upper Kimmeridgian-Tithonian-?Neocomian in age, consists of biomicritic, intraclastic (slightly nodular, pelletal limestones and pelloid, poorly clayey, of a grey colour, with calcispheres, protoglobigerinids, prodipconce, *Saccocoma* sp. (at the lower part) and Calpionees (at the terminal part). The Răiculești Formation (2 m thick), Albian ? in age, is represented by a reddish continental breccia, with elements of limestones and cherts, caught in a hematitic and siliceous cement. The Ponoarele Formation (5–10 m thick), Middle Cenomanian-?Middle Turonian in age, consists of micritic and biomicritic limestones, marly-limestones, marls and siltstones, with rare cherts and foraminifera remains. The Dejderiu Formation (500 m thick), Upper Turonian-?Senonian in age is represented by sandy flysch with olistostroma-type intercalations which contains remains of globotruncana. The Balta Formation (500 m thick), Upper Senonian-Lower Maastrichtian in age, consists of a sequence of olistostroma and sandy-clayey flysch (Vârciorova sandstone inclusive) with Middle Campanian-Lower Maastrichtian globotruncana.

The Cerna Nappe (Codarcea, 1940), that represents a terminal Cretaceous duplicature of the Cerna Unit, enveloped tectonically in the Danubian Laramian nappes, consists of rocks similar to those typical of the Cerna Unit (Cerna Vârf, Busești, Nadanova and Jgheabu formations).

The Obârșia Nappe (Stănoiu, 1994) is represented by the Obârșia ophiolitic complex (Stănoiu, in Bercia et al., 1977), constituted mostly of a tectonic melange of oceanic lithosphere type rocks of Jurassic-?age, intensely diagenized, poorly metamorphosed and intensely tectonized (dolerite, basalts, argillites with radiolaria, jaspers, radiolarites, gabbros, serpentinites), beside intensely mylonitized and retromorphosed crystalline schists (micaschists and paragneisses) of the Severin Crystalline type, and rhythmic sequences of the Sinaia and Azuga Beds type, intensely diagenized and poorly metamorphosed.

The Severin Nappe (Codarcea, 1940) is represented by a crystalline basement (Severin Crystalline: intensely tectonized-mylonitized and retromorphosed micaschists and paragneisses) and a sedimentary cover formed of two cycles of sedimentation. The Liassic-?Kimmeridgian cycle consists of the Balabanu Formation, unconformable, Liassic, continental, of Gresten



merate și argilite cărbunoase cu resturi microfloristice și ? o formațiune carbonatică bazinală cu *Saccocoma* sp. Ciclul Tithonic superior-Barremian este reprezentat printr-o succesiune de flîș reprezentată prin stratele de Azuga și echivalentul lor (formațiunea de Valea Verde), discordante, tithonic superioare, reprezentate prin gresii, breccii cu șisturi cristaline de tipul cristalinului de Severin, argilite, marnocalcare cenușii, roșii sau verzui și bazalte, cu calpionele, intens diagenizate-slab metamorfozate, peste care urmează stratele de Sinaia (cu stratele de Lăpușnic: flîș calcaros cu silicolite, berriasian inferioare, la partea inferioară) și stratele de Comarnic.

Panza de Borăscu (Gherasi et al., 1986) este reprezentată printr-un fundament cristalin (micașisturi și paragneise), o cuvertură slab metamorfozată paleozoică (formațiunea de Paltina, permiană, discordantă) și o cuvertură alpină intens diagenizată-slab metamorfozată.

Pânza de Presacina (Stănoiu, 1973) este alcătuită din succesiunea stratigrafică a zonei de Presacina (Codarcea, 1940).

Unitatea (panza) de Iuta (Stănoiu, 1984) situată între rocile unității de Presacina și cele ale unității de Cerna (în regiunea văii Cerna) este reprezentată printr-un fundament antepaleozoic (granitoide roșcate: granitul de Cerna) și o cuvertură alpină grupată în trei cicluri tectono-sedimentare. Ciclul Liasic-Cretacic inferior este reprezentat printr-o formațiune liasică subțire (până la 10-20 m grosime) alcătuită din conglomerate, microconglomerate și gresii cuarțofeldspatice grosiere și o succesiune carbonatică bazinală, mezojurasică-eocretacică (calcare spatice în mezojurasic și calcare fine micritice, adesea cu silicolite+calcare litate+calcare noduloase intraclastice, cu resturi de nanoconide, calpionele și saccocomide. Ciclul Cenomanian-Turonian mediu este reprezentat prin formațiunea de Iuta, sincronă formațiunii de Nadanova, (marne și marnocalcare cu rotalipore și inoceramii). Ciclul Turonian superior-Senonian este reprezentat printr-o formațiune constituită din secvențe de tip flîș și secvențe de tip olistostromă, adesea intens tectonizate.

Unitatea (panza) de Arjana (sensu Codarcea, 1940) este reprezentată prin succesiunea stratigrafică atribuită de Codarcea (1940) zonei de Arjana.

Unitatea de Cerna face parte din cadrul Danubianului extern, iar unitățile de Coșustea, Iuta, Presacina și Arjana, cu tectogeneză laramică, fac parte din Danubianul intern. Poziția domeniului oceanic, corespunzător complexului de Obârșia, este apreciată între domeniile continentale Danubian și Getic. Bazinul flîșului (tithonic superior-barremian) pânzei de Severin, se sprijinea cu flancul intern pe rama externă a Geticului (cristalinul de Severin + formațiunea de

facies type, represented by sandstones, microconglomerates and coaly argillites with remains microfloral and a basin carbonatic formation with *Saccocoma* sp.

The Upper Tithonian-Barremian cycle is represented by a flysch-type formation represented by the Azuga Beds and their equivalent (Valea Verde Formation), unconformable, Upper Tithonian in age, represented by sandstones, breccias with crystalline schists of the Severin Crystalline type, argillites, grey, red or greenish marly-limestones, and basalts with calpionelles, intensely diagenized-poorly metamorphosed, overlain by the Sinaia Beds (with Lăpușnic Beds: calcareous flysch with silicolites, Lower Berriasian in age, at the lower part and the Comarnic Beds.

The Borăscu Nappe (Gherasi et al., 1986) is represented by a crystalline basement (micaschists and paragneisses), a Paleozoic poorly metamorphosed cover (Paltina Formation, unconformable, of Permian age) and an Alpine cover, intensely diagenized-poorly metamorphosed.

The Presacina Nappe (Stănoiu, 1977) consists of the stratigraphic succession of the Presacina zone (Codarcea, 1940).

The Iuta Unit (Nappe) (Stănoiu, 1984), situated between the rocks of the Presacina and Cerna units (in the Cerna Valley area), is represented by an ante-Paleozoic basement (reddish granitoids: Cerna Granite) and al Alpine cover, grouped into three tectono-sedimentary cycles. The Liassic-Lower Cretaceous cycle is represented by a thin (up to 10-20 m thick) Liassic formation constituted of conglomerates, microconglomerates and quartz-feldspathic coarse sandstones and a Mesojurassic-Eocretaceous basin carbonatic succession (spathic limestones in Mesojurassic and fine micritic limestones, often with cherts+bedded limestones+nodular limestones (intraclastic), with remains of nannoconids, calpionelles and saccomides). The Cenomanian-Middle Turonian cycle is represented by the Iuta Formation, synchronous with the Nadanova Formation (marls and marly limestones with rotaliporas and inoceramus). The Upper Turonian-Senonian cycle is represented by a formation constituted of flysch-and olistostroma-type sequences often tectonized.

The Arjana Unit (Nappe (sensu Codarcea, 1940) is represented by the stratigraphic succession assigned by Codarcea (1940) to the Arjana zone.

The Cerna Unit belongs to the Outer Danubian Realm, and the Coșustea, Iuta, Presacina and Arjana Units, with Laramian tectogenesis, belong to the Inner Danubian Realm. The oceanic basin, corresponding to the Obârșia complex, is situated between the Danubian and the Getic realms. The inner flank of the basin of the Severin Nappe flysch (Upper Tithonian-Barremian) lean on the internal margin of the Getic



Balabanu) și ? cu flancul extern (care probabil a fost complet consumat pe planul de subducție dintre Getic și domeniul de Obârșia) pe domeniul oceanic de Obârșia. Formațiunile care participă la alcătuirea pânzei de Borăscu aparțin marginii externe a Geticului și fac parte din cadrul unităților (pânza Getică faza I, pânza de Borăscu, pânza de Severin și pânza de Obârșia) cu tectogeneză mezocretacică.

Realm (Severin crystalline+Balabanu Formation) and the external flank (probably completely consumed on the subduction plane between the Getic and Obârșia realm) on the Obârșia oceanic realm. The formations constituting the Borăscu Nappe belong to the external margin of the Getic Realm and they are part of the Borăscu, Severin and Obârșia nappes (Getic nappe phase I), with a Mesocretaceous tectogenesis.

Selective References

- Bercia, I., Bercia, E., Năstăseanu, S., Iancu, V., Stănoiu, I. Hârtopanu, I. (1977) Harta geologică a RSR, sc. 1:50.000, foaia Obârșia Cloșani. *Inst. Geol. Geofiz.*, București.
- Codarcea, Al. (1940) Voies nouvelles sur la tectonique du Banat Meridional et du Plateau de Mehedinți. *An Inst. Geol. Rom.*, XX, București.
- Gherasi, N., Berza, T., Seghedi, A., Stepan, M., Iancu, V. (1986) Structura geologică a părții nordice a Masivului Godeanu. *D.S. Inst. Geol. Geofiz.*, 70-71, București.
- Stănoiu, I. (1984) Unitățile tectonice și paleogeografice alpine situate la exteriorul pânzei getice (Carpații Meridionali). Prezentată în ședința de comunicări a Inst. Geol. Geofiz., din 29 mai 1984, București.
- , Neagu, Th., Baltreș, A., Dragastan, O., Melinte, M., Rădan, S. (1989) Stratigrafia formațiunilor Jurasic superior-Cretacic inferioare ale unității de Cerna din Munții Vâlcan și Parâng. Comunicare prezentată la Sesiunea Faç. Geol. Biol. Geograf., din 10-11 decembrie 1989, București.
- , Conovici, M., Marinescu, Fl., Russo-Săndulescu, D., (1988) Raport. *Arh. Inst. Geol. Rom.*, București.



**STUDIUL GEOECOLOGIC AL SISTEMULUI DUNĂRE-DELTA
DUNĂRII-LITORALUL MĂRII NEGRE-MAREA NEAGRĂ. STABILIREA
DE DATE PENTRU DEZVOLTAREA CONCEPȚIEI PRIVIND PROTECȚIA
ECOSISTEMELOR CARACTERISTICE
GEOECOLOGICAL RESEARCHES ON THE DANUBE-DANUBE
DELTA-BLACK SEA LITTORAL- BLACK SEA SYSTEM. ASSESSMENT OF
DATA FOR DEVELOPING THE CONCEPTION REGARDING THE
PROTECTION OF THE CHARACTERISTIC ECOSYSTEMS**

N. MIHĂILESCU, S. RĂDAN, C. COSTEA, I. VANGHELIE, S.C. RĂDAN, M. RĂDAN, R. GYÖNGY

Volumul II - Delta Dunării

Acest studiu geologic are drept scop evaluarea, în decursul mai multor ani, a dinamicii proceselor fizico-chimice ce au loc în sedimentele lacurilor și canalelor secundare ale Deltei Dunării.

Din 1992, tema face parte dintr-un program de monitorizare privind Dunărea, Delta Dunării și Marea Neagră - program al cărui scop este stabilirea prezenței și ponderii elementelor poluante din sedimentele acestei zone.

Granulometric, majoritatea sedimentelor lacustre sunt constituite din silturi cu diferite granulații și nisipuri foarte fine:

- lacurile Zonei fluvio-marine: \bar{x} : Md = 6.11 phi, cochilii - 2.16 %, nisip - 15.60 %, silt - 65.11 %, fracțiunea argiloasă - 31.75 %;
- lacurile Zonei fluvio-lacustre: \bar{x} : Md = 6.12 phi, cochilii - 3.81 %, nisip - 6.45 %, silt - 65.11 %, fracțiunea argiloasă - 27.63 %.
- Canalele secundare: \bar{x} : Md = 5.10 phi, cochilii - 3.09, nisip - 26.79 %, silt - 50.93, fracțiunea argiloasă - 22.27 %.

Materialul care produce colmatarea lacurilor are următoarea origine:

- pentru lacul Sinoe - detritus continental, din vechea Deltă Sinoe și adus de curenți prin spărturile actualului cordon litoral;
- pentru Razelmul Mare - Delta Dunării;
- pentru L. Roșu, sursa principală este Dunărea iar cea secundară - formațiunile deltaice.

În Zona fluvio-lacustră colmatarea lacurilor este funcție de distanța până la brațele principale ale Dunării și de legăturile prin canalele secundare:

- L. Merhei primește detritus în principal din Deltă și din Dunărea Veche în secundar. L. Matia este alimentat în special de Dunărea Veche; L. Bogdaproste este alimentat de Deltă și de Dunărea Veche în secundar; L. Fortuna - de canalele Sulina (în principal) și

2nd Volume - Danube Delta

This several-years geological study is intended as an assesment of the dynamics of physico-chemical processes occurring in the sediments of the lakes and secondary channels of the Danube Delta.

Since 1992, the study has been part of a monitoring programme regarding the Danube, the Danube Delta and the Black Sea, intended to study the composition of the pollutants within the sediments of this area.

As far as grain-size is concerned, lacustrine sediments consist mainly of silt (of different grain-sizes) and of very fine sand:

- lakes within the fluvio-marine area: \bar{x} : Md = 6.11 phi, shells - 2.16 %, sand - 15.60 %, silt - 65.11 %, clay - 31.75 %;
- lakes within the fluvio-lacustrine area: \bar{x} : Md = 6.12 phi, shells - 3.81 %, sand - 6.45 %, silt - 65.11 %, clay - 27.63 %;
- secondary channels: \bar{x} : Md = 5.10 phi, shells - 3.09, sand - 26.79 %, silt - 50.93, clay - 22.27 %.

The material that warps the lakes within the fluvio-marine area has the following sources:

- for Sinoe L. - detritus from the land, from the ancient Sinoe Delta, and by currents through the breaks in the present litoral bar;
- for Razelm L., in its widest part ("Razelmul Mare") - from the Delta;
- for Roșu L., the main source is the Danube and, to a lesser extent, the deltaic formations.

In the fluvio-lacustrine area, the clogging of the lakes is function of the distance to the main branches of the Danube Delta and of direct connections by secondary channels:

- Merhei Lake receives detritus from the Delta, in the first place, and secondarily from Dunărea Veche. Matia L. is supplied mainly by Dunărea Veche; Bogdaproste L. is supplied from the Delta and from Dunărea Veche, secondarily; Fortuna L. - from



Șontea ecundar). În ceea ce privește L. Durnoi, acesta este alimentat de canalul Sulina, în principal - și de brațul Chilia în secundar.

Canalele secundare au următoarele surse de alimentare cu material detritic: pentru canalul Caraorman - canalul Sulina și sedimente din brațul Sf.Gheorghe I; pentru c. Dranov - brațul Sf.Gheorghe (în principal) și Delta (în secundar); c. Dunavățu conține numai sedimente deltaice; pentru c. Roșu-Puiu, sursa principală este Delta, iar cea secundară este canalul Caraorman.

Mineralogic, sedimentele de fund sunt constituite în medie din cuarț (15-16 %), argilă (19-31 %), calcit (9-25 %) și feldspați (4-8 %).

Nu au fost observate diferențe notabile din punct de vedere al mineralelor argiloase între sedimentele lacurilor și canalelor secundare: smectite = 46-48 %, illit = 33-36 %, caolinit = 10-11 % și clorit = 7-9 %.

Ponderea elementelor majore din sedimentele de fund este uniformă, dacă ne referim la silice (39-52 %), alumina (8,5-9,4 %) și fierul feros (0,9-1,2 %). Ponderea calcei și cea a fierului feric sunt diferite:

- sedimentele Zonei fluvio-marine: \bar{x} : CaO = 17,6 %, Fe₂O₃ = 1,0 %;
- sedimentele Zonei fluvio-lacustre: \bar{x} : CaO = 14,3 %, Fe₂O₃ = 3,4 %;
- sedimentele canalelor secundare: \bar{x} : CaO = 10,8 %, Fe₂O₃ = 1,22 %.

Din punct de vedere al ponderii elementelor minore din sedimente, constatăm următoarele:

- Cu este mai bogat în sedimentele lacurilor Zonei fluvio-lacustre (\bar{x} =150,18 ppm) decât în ale lacurilor Zonei fluvio-marine (\bar{x} =8,65 ppm) sau din canalele secundare (\bar{x} =8,65 ppm); față de măsurătorile din 1993, nu apar modificări sensibile;
- Zn este de asemenea mai bogat în sedimentele lacurilor Zonei fluvio-lacustre (\bar{x} =85,87 ppm) față de valorile obținute în sedimentele lacurile Zonei fluvio-marine (8,63 ppm) sau din canalele secundare (6,99 ppm); - în timp ce ponderea Pb în sedimente este foarte scăzută, ponderea Co este de 2-3 ori mai mare în sedimentele Zonei fluvio-marine (\bar{x} =281 ppm) decât în celelalte Zone ale Deltei Dunării (\bar{x} =61-97 ppm).

O comparație a metalelor grele solvite cu cele ale sedimentelor Deltei Dunării arată că prezența lor este rezultatul poluării Dunării.

Un raport al metalelor grele solvite/metale grele din sedimente arată că lacurile zonei fluvio-lacustre, zonă situată în imediata apropiere a brațelor Deltei sunt cele mai bogate în elemente poluante:

Sulina channel and Șontea channel, secondarily. As for Durnoi L., the main source consists in the Sulina channel and the secondary one in the Chilia branch.

The secondary channels have the following sources of clogging: for the Caraorman channel, Sulina channel and the sediments of the Sf.Gheorghe I branch; for the Dranov channel, Sf. Gheorghe branch (mainly) and the Delta (secondarily); the Dunavăț channel has only deltaic sediments; for the Puiu-Roșu channel, the main source is the Delta and the secondary one is the Caraorman channel.

Regarding minerals, the bottom sediments consist mainly of quartz (15-16 %), clay (19-31 %), calcite (9-25 %), and feldspar (4-8 %).

The differences between the clay minerals in the sediments of lakes and secondary channels are unimportant ones: smectites = 46-48 %, illite = 33-36 %, kaolinite = 10-11 %, and chlorite = 7-9 %.

The share of the major elements within the bottom sediments is uniform, as far as SiO₂ (39-52 %), Al₂O₃ (8.5-9.4 %), and FeO (0.9-1.2 %) are concerned. The share of CaO and Fe₂O₃ differs:

- sediments of the fluvio-marine area, \bar{x} : CaO = 17.6 %, Fe₂O₃ = 1.0 %;
- sediments of the fluvio-lacustrine area, \bar{x} : CaO = 14.3 %, Fe₂O₃ = 3.4 %;
- sediments of the secondary channels, \bar{x} : CaO = 10.8 %, Fe₂O₃ = 1.22 %;

Concerning the share of minor elements in the sediments, we may assess that:

- the amount of Cu is larger in the lakes within the fluvio-lacustrine area (\bar{x} =150.18 ppm) than in those within the fluvio-marine one (\bar{x} =8.65 ppm) or in the secondary channels (\bar{x} =8.65 ppm). No important changes have occurred since 1993;
- Zn is also found in greater quantities in the sediments of the lakes within the first-mentioned area: \bar{x} =85.87 ppm, as against 8.63 ppm (in the fluvio-marine area) and 6.99 ppm (in the secondary channels);
- while the amount of Pb in the sediments is very small, the share of Co is two to three times higher in the sediments of the fluvio-marine area (\bar{x} =281 ppm) when compared with other areas of the Danube Delta (\bar{x} =61-97 ppm).

A comparison between the shares of solved heavy metals and the ones in the sediments points to the fact that the occurrence of heavy metals in the Danube Delta is the consequence of the pollution of the Danube.

The solved/sediment heavy metals ratio suggests that the lakes within the fluvio-lacustrine area (the one closest to the main channels) are richer in pollutants:



	Cu	Pb	Zn	Co	Cr	As
water (ppb- \bar{x})	72	14	124	0,8	6,5	22
sediments (ppm- \bar{x})	150	SLD	85	97,0	110,7	-

Carbonul organic prezent în sedimentele de fund este legat atât de activitatea biotică cât și de cea antropică. Este dificil de analizat ponderea acestor tipuri de activitate (TOC = 1,22-3,81 % S.U.) dar dacă ponderea hidrocarburilor și fenolilor este foarte scăzută în sedimentele Deltei Dunării, ponderea pesticidelor poate fi uneori importantă (HCH = 0,025-0,116 ppm; DDT = 0,026-0,061 ppm).

Dacă până în 1993 HCH este caracterizat de prezența formei beta- HCH, în 1994 în sedimentele superficiale ale lacurilor Deltei Dunării predomină forma gama-HCH. Aceste modificări ale spectrului izomerilor HCH indică un aflux important de debit solid dunărean.

The occurrence of organic carbon in the bottom sediments is function of both biotic and human activity. It is difficult to give a precise evaluation regarding the shares of these kinds of activity (TOC = 1.22-3.81 % D.M.) but, while the quantity of oil and phenol is very small in the sediments of the Danube Delta, the amount of pesticides can sometimes be considerably high (HCH = 0.025-0.116 ppm; DDT = 0.026-0.061 ppm).

While until 1993 HCH was occurring as beta-HCH, in 1994 the upper sediments of the lakes within the Danube Delta contain mainly gama-HCH. These changes in the spectrum of HCH isomeres point to an important input of solid flow from the Danube.

STUDIUL GEOLOGIC AL LACURILOR DELTEI DUNĂRII GEOLOGICAL STUDY OF THE DANUBE DELTA LAKES

N. MIHĂILESCU, C. COSTEA, S. RĂDAN, I. VANGHELIE, S.C. RĂDAN, M. RĂDAN,
S. PESTREA, C. STRECHIE, I. POPESCU

Acest studiu (din iulie 1995) face parte dintr-un monitoring Dunăre-Deltă-Litoral-Marea Neagră, al cărui scop este evaluarea compoziției elementelor poluante din sedimentele acestei arii.

Chimic, caracteristicile apei sunt reprezentate de: O_2 : 1,37-15,29 (\bar{x} =9,34 mg/l); pH: 7,12-9,22 (\bar{x} =8,49); rH: 20-28,3 (\bar{x} =23,59); NO_3^- -N: 0,04-1,30 (\bar{x} =0,29 mg/l); NO_2^- -N: 0,002-0,082 (\bar{x} =0,028 mg/l); PO_4^{3-} : 0,2- 47,0 (\bar{x} =11,52 mg/l); SO_4^{2-} : 2,30-167,5 (\bar{x} =49,48 mg/l); Al: 87-1330 (\bar{x} =349 ppb); metale grele solvite: 594-745 ppb.

Funcție de diferitele zone depresionare, metalele grele solvite sunt:

- în lacurile Zonei fluvio-marine: Cu = 2,12-3,60 ppb; Pb = 8,50- 35,30 ppb; Cd = 0,60-3,17 ppb; As = 19,80-48,00 ppb; Hg = 1,00-13,90 ppb; Se = 26,80-73,20 ppb;

- în lacurile Zonei fluvio-lacustre: Cu = 2,00-60,10 ppb; Pb = 5,40-32,60 ppb; Cd = 0,40-3,84 ppb; As = 12,90-65,50 ppb; Hg = 1,00- 16,50 ppb; Se = 26,10-76,20 ppb.

Insecticidele solvite sunt reprezentate în principal de HCH (0,100-0,184 ppb) și DDT (0-0,08 ppb).

Analizele granulometrice au arătat că majoritatea sedimentelor sunt constituite din silturi cu diferite granulații și nisipuri foarte fine. Comparând analizele din ultimii cinci ani, constatăm modificări importante ale spectrului granulometric al zonelor adiacente canalelor secundare Mila 36, Caraorman (Mila 15) și Perivolovca-Erenciuc.

Mineralogic, sedimentele lacustre sunt constituite din minerale argiloase (în medie 27-38 %), granule de calcit (în medie 26-27 %), cuarț (în medie 12,4-16,1 %) și feldspați (în medie 5,8-6,0 %).

Analizele de morfoscopie și exoscopie au arătat că zona fluvio-maritimă are următoarele surse de sedimente:

- L. Sinoe: zona continentală din vest, Marea Neagră și cordonul litoral ca și formațiunile deltaice ale Deltei Sinoe.

- L. Razelm: formațiuni deltaice vechi, Dunărea - prin canalele Dunavățu și Dranov - și malul vestic continental.

- Golful Sahalin: formațiuni deltaice actuale, Dunărea și Marea Neagră.

This study (carried out during July 1995) is part of a monitoring programme regarding the Danube, the Danube Delta and the Black Sea, intending to evaluate the occurrence of pollutants in the sediments within this area.

The chemical characteristics of the water are as follows: O_2 : 1.37- 15.29 (\bar{x} =9.34 mg/l); pH: 7.12-9.22 (\bar{x} =8.49); rH: 20-28.3 (\bar{x} =23.59); NO_3^- -N: 0.04-1.30 (\bar{x} =0.29 mg/l); NO_2^- -N: 0.002-0.082 (\bar{x} =0.028 mg/l); PO_4^{3-} : 0.2- 47.0 (\bar{x} =11.52 mg/l); SO_4^{2-} : 2.30-167.5 (\bar{x} =49.48 mg/l); Al: 87-1330 (\bar{x} =349 ppb); solved heavy metals: 594-745 ppb.

The amount of solved heavy metals differs in different areas:

- in lakes within the fluvio-marine area: Cu = 2,12-3.60 ppb; Pb = 8.50-35.30 ppb; Cd = 0.60-3.17 ppb; As = 19.80-48.00 ppb; Hg = 1.00- 13.90 ppb; Se = 26.80-73.20 ppb;

- in lakes within the fluvio-lacustrine area: Cu = 2.00-60.10 ppb; Pb = 5.40-32.60 ppb; Cd = 0.40-3.84 ppb; As = 12.90-65.50 ppb; Hg = 1.00-16.50 ppb; Se = 26.10-76.20 ppb.

Solved insecticides are represented mainly by HCH (0.100-0.184 ppb) and DDT (0-0.08 ppb).

Grain-size analyses show that sediments consist mainly of silt (of different grain-size) and very fine sand. The comparison of analyses in the last five years reveals important changes in grain-size spectrum within areas close to the secondary channels Mila 36, Caraorman (Mila 15) and Perivolovca-Erenciuc.

Regarding minerals, lacustrine sediments consist of clay (an average of 27-38 %), calcite grains (an average of 26-27 %), quartz (an average of 12.4-16.1 %) and feldspat (an average of 5.8-6.0 %).

Morphoscopic and exoscopic analyses have shown that the fluvio-marine area has the following sources of sediment:

- Sinoe L.: the western continental area and the Black Sea, as well as the littoral bar and the old deltaic formations of the Sinoe Delta.

- Razelm L.: old deltaic formations, the Danube (through Dunavățu and Dranov channels) and the western continental area.

- Sahalin Bay: present deltaic formations, the Danube,



Lacurile din Zona fluvio-lacustre sunt alimentate cu material detritic funcție de distanța sau legătura directă cu Dunărea.

Principalele elemente majore din sedimente sunt: Al_2O_3 (1,95-13,80 %), Fe_2O_3 (1,20-6,88 %) și CaO (4,27-24,80 %). Ponderea Al este legată de prezența mineralelor filitoase, iar a Ca de prezența cochiliilor și fragmentelor de cochilii (actuale/sub-actuale).

Metalele grele decelate din sedimente sunt: Cu (2-74,8 ppm, $\bar{x}=31,57$ ppm), Pb (2-109 ppm, $\bar{x}=34,77$ ppm), Zn (2-252 ppm, $\bar{x}=136,07$ ppm), Cr (19,8-141,0 ppm, $\bar{x}=83,08$ ppm), Ni (33,0-146,0 pp, $\bar{x}=69,05$ ppm), Cd (0,4-5,29 ppm, $\bar{x}=2,45$ ppm) și As (18,7-218,5 ppm, $\bar{x}=77,61$ ppm).

Diatomeele (bun indicator de salinitate) sugerează valori ridicate în lacurile Cutețchi, Lungu, Durnoi și Răducu - lacuri situate în apropierea canalelor aprovizionate de brațele Tulcea și Sulina. Valorile cele mai ridicate au fost detectate în L. Roșu, situat în apropierea zonei litorale.

Susceptibilitatea magnetică măsurată în silturi bogate în sedimente organice nu depășește $75 \cdot 10^{-6}$ u.SI, în timp ce în sedimentele lacurilor Iacub și Dranov valorile sunt $147 \cdot 10^{-6}$ - $171 \cdot 10^{-6}$ u. SI.

Valorile maxime ale SM au fost determinate pe probele silturilor din lacurile Fortuna, Meșteru, Lungu și Uzlina ($471 \cdot 10^{-6}$ u. SI). Aceste valori sunt efectele aportului de material detritic din brațele Sulina și Sf. Gheorghe.

Creșterea nivelelor apelor Dunării (debit lichid/solid mărit) în primăvara și vara anului 1995 au avut drept rezultat o diluare a ponderii metalelor grele și pesticidelor solvite:

- Cu solvit a scăzut de 10 ori față de 1994. Raportul Cu solvit/Cu sediment este asemănător în cele două zone ale Deltei;

- ponderea Pb solvit a scăzut în medie în 1995 (13,64 ppb) față de 1994 (16,62), dar Pb este acum prezent în toate lacurile Deltei. Deși Pb solvit este sub limita de detecție a normelor internaționale, prezența sa în toate lacurile este îngrijorătoare.

În paralel cu variația Pb solvit, cea a Co solvit indică valori duble în 1995 față de 1994. Același fenomen este valabil și pentru Ni, a cărui pondere în sedimente este relativ mare.

As, element poluant toxic, are în apele și sedimentele Deltei valori ridicate ($\bar{x}=25,66$ ppb și respectiv 77,61 ppm). Concentrația As solvit este de 2,5 ori mai mare decât normele C.E. și U.S.A.

Principala sursă de poluare pentru apele și sedimentele Deltei este Dunărea, contaminată la rândul său în urma activităților antropice. Canalele secundare Mila 36, Dunărea Veche, Caraorman, Uzlina, Dunavățu și Dranov introduc în Deltă atât metale grele cât și o cantitate relativ mică de pesticide.

and Blak Sea.

The lakes within the fluvio-lacustrine area receive detritic matter function of their distance to the Danube and/or direct connections with the river.

The main major elements in the sediments are: Al_2O_3 (1.95-13.80 %), Fe_2O_3 (1.20-6.88 %) and CaO (4.27-24.80 %). The amount of Al is function of clay minerals and that of Ca - of the occurrence of shel.

The heavy metals in the sediments are: Cu (2-74.8 ppm, $\bar{x}=31.57$ ppm), Pb (2-109 ppm, $\bar{x}=34.77$ ppm), Zn (2-252 ppm, $\bar{x}=136.07$ ppm), Cr (19.8-141.0 ppm, $\bar{x}=83.08$ ppm), Ni (33.0-146.0 pp, $\bar{x}=69.05$ ppm), Cd (0.4-5.29 ppm, $\bar{x}=2.45$ ppm) and As (18.7-218.5 ppm, $\bar{x}=77.61$ ppm).

Diatomes (a good indicator of salinity) had revealed high levels in the lakes Cutețchi, Lungu, Durnoi and Răducu - i.e., in lakes located near channels whose water comes from the Tulcea and Sulina branches. The highest level has been detected in the Roșu L., located near the littoral of the Black Sea.

Magnetic susceptibility reaches only $75 \cdot 10^{-6}$ u.SI in rich organic sediments, while in the lakes Iacub and Dranov its value reaches $147 \cdot 10^{-6}$ - $171 \cdot 10^{-6}$ u. SI.

The highest values of MS were determined in silt samples from the lakes Fortuna, Meșteru, Lungu and Uzlina ($471 \cdot 10^{-6}$ u. SI). These values result from the input of organic matter originating in Sulina and Sf. Gheorghe branches.

The increase of the Danube water level (increased liquid/solid flow) during the spring and summer of 1995 resulted in the dilution of the concentration of solved heavy metals and pesticides:

- solved Cu has decreased ten times since 1994. The solved/sediment Cu ratio is similar in the two areas of the Delta;

- the amount of solved Pb decreased to an average of 13.64 ppb in 1995, as against 16.62 in 1994, but Pb is present in all the lakes of the Delta. Although the level of solved Pb is below the limit of detection of international standards, the fact that it occurs all over the Delta is alarming.

The amount of solved Co is double in 1995 (as against 1994). The same can be mentioned concerning Ni, which is relatively abundant in sediments.

As, a toxic-polluting element, is in large amounts, both in water ($\bar{x}=25.66$ ppb) and in sediments ($\bar{x}=77.61$ ppm). The concentration of solved As is 2.5 times larger than the E.C. and U.S.A. standards.

The main source of pollution for the water and sediments of the Delta is the Danube, which is contaminated by human activities. The secondary channels Mila 36, Dunărea Veche, Caraorman, Uzlina, Dunavățu and Dranov are bringing to the Delta both heavy metals (solved/in suspension) and pesticides (in small quantities).



CONTRIBUȚII LA STUDIUL ALUNECĂRILOR DE TEREN DIN PERIMETRUL VALEA ARGEȘULUI-VALEA IALOMIȚEI CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF LANDSLIDES SITUATED BETWEEN ARGEȘ AND IALOMIȚA VALLEYS

ȘT. BOZ, R. MAFTEI, G. CIOBANU

Scopul acestui studiu care se încadrează în programul de cercetare a fenomenelor geologice-ingineresti de pe teritoriul României) este identificarea principalelor zone afectate de instabilitate și a cauzelor care au generat această instabilitate. Cercetările geologice din ultimii ani (1993/1994, 1994/1995) s-au efectuat într-un perimetru situat între Argeș și Ialomița (eșalonat astfel: Argeș-Râul Târgului în 1993/1994 și Râul Târgului-Ialomița în 1994/1995).

Principalele condiții geotehnice ale acestei zone au fost figurate pe harta geologico-inginerescă, sc. 1:50.000 (unică la această scară și în acest perimetru), hartă ce reflectă complexitatea caracteristicilor geologice și geotehnice ale terenului, zonele de maximă stabilitate pe care pot fi amplasate diferite obiective.

O altă noutate a acestui studiu o reprezintă clasificarea alunecărilor de teren întâlnite (active, stabilizate, consecvente, insecvente, asecvente, etc.) și fixarea acestora, ca atare, pe hartă.

Pe probele de teren colectate s-au efectuat analize specifice (RX, termometrie, analize geotehnice). Aceste probe au fost luate din zone afectate de fenomene dinamice, iar rezultatele analizelor au relevat prezența mare a argilelor plastice (cu conținuturi în illit și montmorillonit cuprinse între 24-69 %, respectiv 9-64 %, cu un indice de plasticitate mare $IP=25,2-38,5$), prafuri și nisipuri. Existența acestor roci, de regulă, conferă un grad sporit de instabilitate formațiunilor geologice pe care le alcătuiesc, conform observațiilor din teren.

Posibilitatea folosirii datelor geologico-ingineresti cuprinse în cadrul hărții executate de către noi, cât și a celorlalte materiale grafice anexate de către toți specialiștii interesați în execuția unor viitoare construcții, deschideri de noi lucrări miniere, sistematizarea și modernizarea unor localități ne dă un indiciu asupra importanței lucrării, cât și a necesității continuării ei la scara întregii țări.

The purpose of this study (which is framed in the research programme of the geological-engineering phenomena in Romania) is to identify the main zones which are affected by the landslides and the main causes that generate them.

The geological research from the last two years has developed in the area situated between Argeș River and Ialomița River (phased: Argeș-Râul Târgului 1993/1994, Râul Târgului-Ialomița 1994/1995).

The main geotechnical conditions of this zone were presented on the geological-engineering map, scale 1:50,000, the only one at this scale and in this area. It reflects the geological and geotechnical specific features of this land and also the stable zones proper for the construction of different objectives.

Another novelty of the present study is represented by the classification of the landslides in this area (active, stabilized, consistent, etc.) and their location as such on the map.

The samples which are gathered were analysed (RX, thermometry, geotechnical analysis) and the results have revealed the presence in a large amount of the plastic clays (the content of illite and montmorillonite is 24-69 %, 9-64 % respectively, which have an $IP=25.2-38.5$), dusts and sands.

The existence of these rocks usually gives an increased degree of instability of the geological formations, in accordance with our observations.

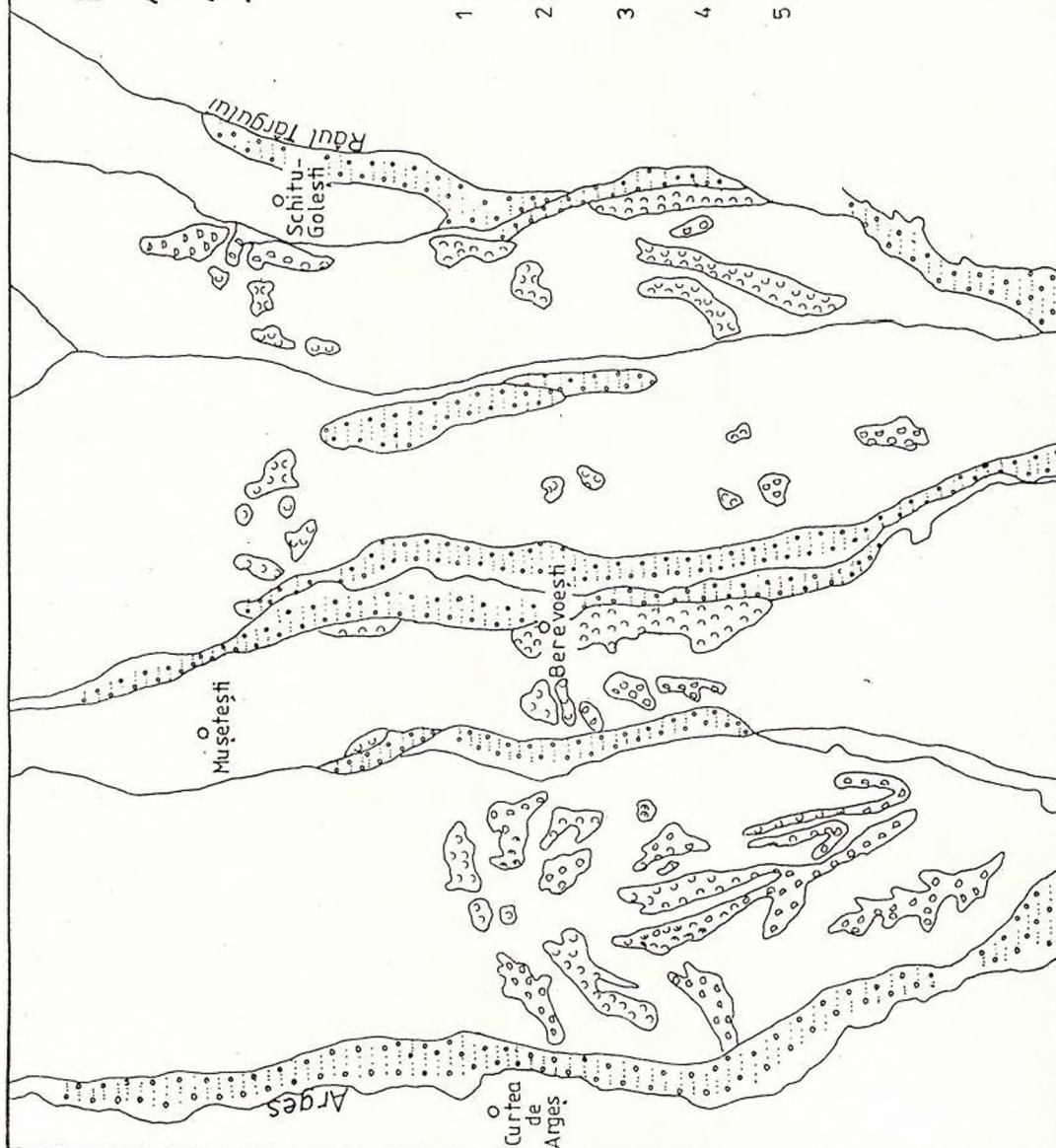
Geological engineering data and other drawings included in the geotechnical map may be successfully used by all the specialists interested in the achievement of some future building, mining works, and the systematization and modernization of some localities and give us a clue about the importance of this research and also about the necessity to continue this study for the whole territory.



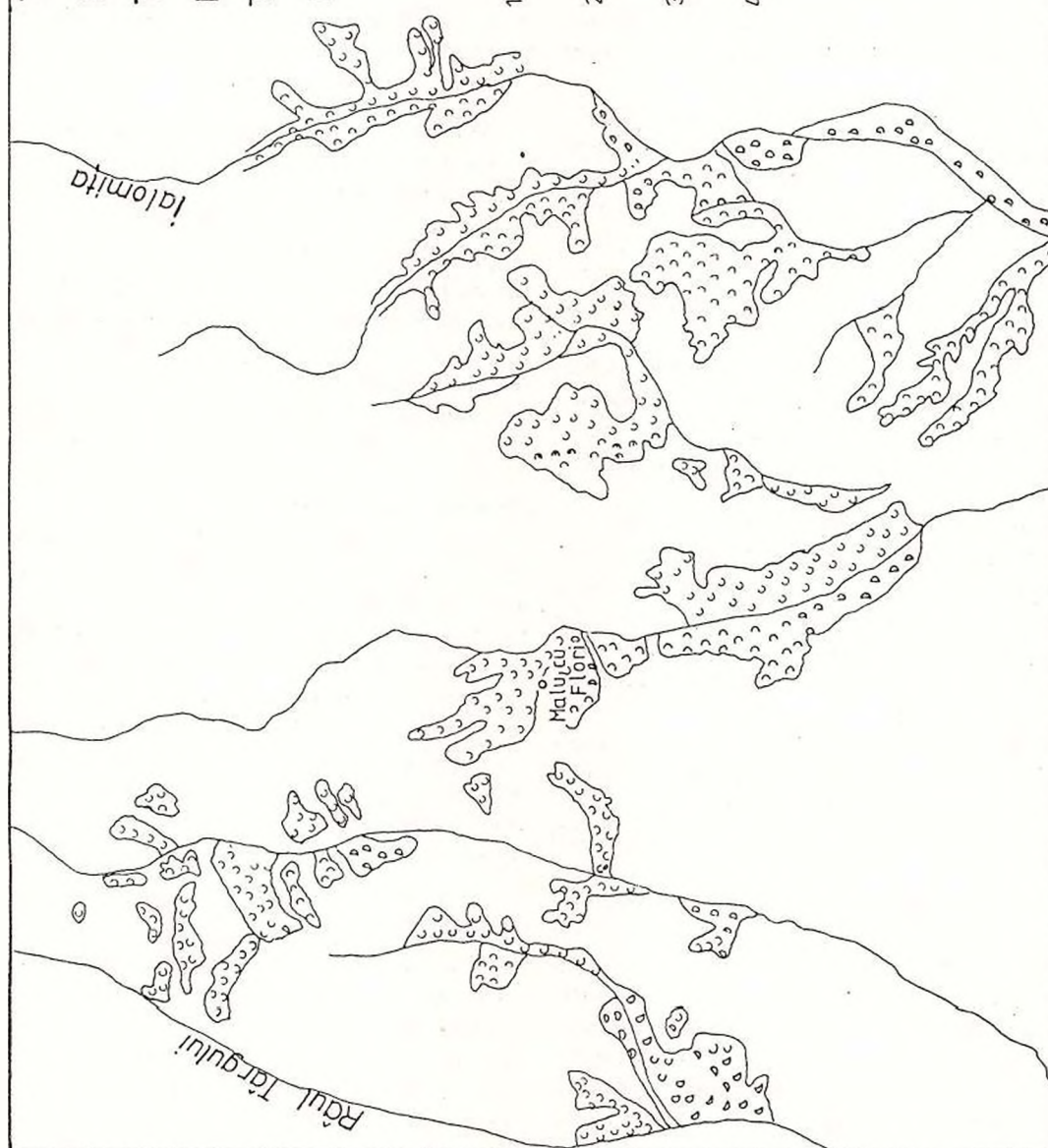
THE GEOLOGICAL -
ENGINEERING MAP OF THE
AREA SITUATED BETWEEN
ARGEŞ VALLEY AND RÂUL
TÂRGULUI VALLEY

LEGEND

- | | | |
|---|--|-----------------------|
| 1 | | Active landslides |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | Stabilised landslides |
| 5 | | Alluvial terraces |



THE GEOLOGICAL -
ENGINEERING MAP OF
THE AREA SITUATED
BETWEEN RÂUL
TÂRGULUI VALLEY AND
IALOMIȚA VALLEY



LEGEND

- | | | | | | |
|---|---|-------------------|---|---|-----------------------|
| 1 | 2 | Active landslides | 3 | 4 | Stabilised landslides |
| | | | | | |

OBSERVAȚII STRATIGRAFICE ASUPRA UNOR FORAJE DIN SUDUL OLTENIEI

STRATIGRAPHIC OBSERVATIONS ON SOME WELLS DRILLED IN SOUTH OLTENIA COUNTY

G. POPESCU, P. ENCIU

În partea de sud a Olteniei, în împrejurimile localităților Amărăștii de Jos, Dăbuleni și Grojdibodu (fig. 1) au fost forate trei sonde hidrogeologice cu carotaj continuu. Cele trei foraje au străbătut numai partea superioară a depozitelor terțiare ce acoperă platforma moesică.

Sonda H - 19 Amărăștii de Jos, a fost săpată în interfluviul Jiu - Olt, la aproximativ 25 km nord de Dunăre. În primii 41 m foraj, sonda a străbătut următoarea succesiune de depozite cuaternare: până la metrul 15 s-au întâlnit nisipuri și nisipuri argiloase eoliene; între 15 și 24 m argile deluviale, iar între metri 24 și 41 nisipuri fine aparținând, cronostratigrafic, Pleistocenului inferior.

Între m 41 și m 94 au fost carotate argile gălbui, argile vineșii și, apoi, un strat de cca 7 m de nisipuri grosiere (m 94-101), lipsit de faune, care au fost atribuite de noi în mod preliminar Romanianului (pe baza litologiei și a raporturilor stratigrafice).

În intervalul m 101-150 s-a forat în depozite daciene bogat fosilifere reprezentate prin argile nisipoase, nisipuri cu trei intercalații de cărbuni argiloși. Resturile fosile cele mai numeroase apar în nisipurile din intervalul cuprins între metri 126-150, reprezentate prin *Pachydacna* (*Parapachydacna*) spp., *Hydrobia* spp. și *Lithoglyphus* spp.

Între m 150 și m 171 au fost carotate argile silto-nisipoase cenușii verzui și argile marnoase cu faună bosporiană: *Limnocardium* sp., *Lunadacna* sp. și *Caladacna*, iar între 171-178,5 argile pestrițe, probabil meotiene.

Începând de la metrul 178 până la talpă (m 435) forajul a străbătut-o formațiune omogenă, cu o rată mare de sedimentare, constituită din nisipuri, nisipuri argiloase și argile siltice. Conținutul fosil este foarte bogat (moluște și foraminifere), caracteristic pentru Sarmatian. Ultimile probe colectate din baza forajului (m 436) conțin foraminifere aparținând genurilor *Dogielina* și *Sarmatiella* (tipice pentru Sarmatianul mediu).

Sonda H - 20 Dăbuleni, a fost săpată pe terasa înaltă a Dunării, la 12 km nord de fluviu. De la suprafață spre talpa forajului (m 356) s-a traversat

In the southern part of the Oltenia county, in the neighbourhood of the Amărăștii de Jos, Dăbuleni and Grojdibodu localities (fig. 1), three hydrogeological wells, continuously cored, were drilled. The three wells penetrated only a short part of the Tertiary deposits covering the Moesian Platform.

Well H - 19 Amărăștii de Jos, is situated between the Jiu and Olt rivers, at approximately 25 km north of the Danube. On the first 41 meters the well drilled sands and siltic clays belonging chronostratigraphically to the Pleistocene; from m 41 to m 101 the well penetrated gray sandy-clays barren from paleontological point of view. In the interval between m 101 and m 150 there were drilled deposits represented by sands and sandy-clays containing a rich fossil assemblage. In this interval (but especially between m 126 - m 150 interval), specimens of mollusks belonging to the genera *Pachydacna* (*Parapachydacna*), *Hydrobia* and *Lithoglyphus*, (Dacian) were recorded. Between m 151 and m 171, the lithologic content consists of silty-clays bearing *Limnocardium*, *Lunadacna* and *Caladacna* (Bosphorian in age). From m 178 to the final depth (m 435), a lithologically homogeneous formation was drilled, with a high rate of sedimentation constituted preponderantly of sandstones, sands and sandy-clays containing very rich molluscan and foraminiferal assemblage fauna characteristic of the Sarmatian. The last cores contain specimens of the genera *Dogielina* and *Sarmatiella* (genera that define, by foraminifera, the base of the Middle Sarmatian).

Well - H 20 Dăbuleni, is located in the northern part of the Dăbuleni village, 20 km north of Danube. On the first 25 meters, the well drilled in Quaternary and Romanian deposits (fluvial deposition); between m 25 and m 55 it drilled clayey and sandy-clay deposits (Dacian). In the interval comprised between m 55 and m 66, the well penetrated silty-clays and sands, the latter containing anoxic minerals as sphaerosiderite, marcasite and heavy carbonates. In the interval comprised between m 67 and m 92, the well drilled calcareous sands, probably Sarmatian in age.



o suită de formațiuni depuse, cu intermitență, în intervalul Eocen mediu-Pleistocen superior.

Deoarece forajul a străbătut în sapă primii 50 m, pentru descrierea litologiei depozitelor săpate au fost utilizate datele a numeroase foraje de mică adâncime (pentru alimentarea cu apă) executate în localitatea Dăbuleni. Astfel, primii 15 m au trecut prin depozite eoliene și aluviunile terasei Dunării; în patul terasei, pe circa 10 m se găsesc de regulă depozite argiloase romaniene. Între m 25 și m 35, forajele învecinate au traversat complexul argilo-cărbunos dacian superior, iar între m 35 și 55 de regulă au fost întâlnite depozite nisipoase atribuite Dacianului inferior.

Pe intervalul dintre m 54 și 58, forajul a traversat argile nisipoase. Un strat de nisipuri calcarenitice, bogate în minerale caracteristice mediilor anoxe (cu sferosiderită, marcasită și carbonați grei) a fost traversat între m 58 și m 66. În tronsonul dintre m 68 și m 92 s-au carotat gresii calcaroase cu intercalații de argile vineții, probabil de vârstă sarmațiană.

De la metrul 93, litologia depozitelor străbătute de sondă este reprezentată prin marne și marne argiloase (până la m 270) și gresii fine, siliciclastice (până la talpă: m 360). În intervalul dintre m 94 și m 140, resturile organice alcătuite din foraminifere *Elphidium fichtelianum* (D'ORB.), *Sizowella* sp. și *Porosonion hyalinum* BOGD. sunt tipice pentru Sarmațianul mediu. Intervalul cuprins între m 140 și m 155, pe lângă bogatele asociații de nannoplankton și foraminifere remaniate din depozitele eocene subiacente au fost întâlnite specii badeniene (probabil transportate): *Candorbulina universa* JEDL., *Globigerinoides triloba* (RSS.), *Uvigerina macrocarinata* PAPP & TURN., *Bolivina hebes* MACF., *Latibolivina* sp., *Velapertina indigena* (LUCZ.) și *Uvigerina bellicostata* LUCZ., ultimile două specii tipice pentru Kossovian.

Depozitele marnoase din intervalul m 165 și m 270 conțin numeroase resturi fosile (foraminifere, nannoplankton) (Tabel).

În intervalul dintre m 165 și m 175 au fost întâlnite speciile *Globigerinatheka index index* (FINLAY), *G. semiinvoluta* (KEIJ.), *G. subconglobata luterbacheri* BOLLI, *Globigerina corpulenta* SUBB., *G. ampliapertura* BOLLI, *G. eocaena* GUMB., *G. hagni* GOHR., *G. cryptomphala* GLAES., *Chiloguembelina cubensis* (CUSH.) precum și numeroase specimene din seria fletică a speciei *Globorotalia cerroazulensis* (pomeroli - cerroazulensis - cocoaensis). Foraminiferele planctonice mai sus menționate sunt tipice Eocenului Superior (zonele P₁₅ - P₁₇).

Intervalul dintre m 175 și m 310 corespunde apariției și dezvoltării genului *Hantkenina* (*H. mexicana* CUSH., *H. dumblei* WEIN. & APPLIN, *H. alabamensis* CUSH., *H. liebusi* SHOKINA) și a genului *Clavigerinella*

Beginning with m 93, the lithology is represented mainly by marls and fine, siliciclastic sandstones (from m 270 to the final depth, m 360). In the interval between m 94 and m 140, the faunal assemblage (*Elphidium fichtelianum* (D'ORB.), *Sinzowella* sp., *Porosonion hyalinum* BOGD.) is typical of the Middle Sarmatian. The interval comprised between m 140 and m 155, besides reworked Eocene nannoplankton and foraminifers, some specimens characteristic of the Lower and Upper Badenian are present: *Candorbulina universa* JEDL., *Globigerinoides triloba* (RSS.), *Uvigerina macrocarinata* PAPP & TURNOWSKI, *Bolivina hebes* MACF., *Latibolivina* sp., *Velapertina indigena* (LUCZ.), and *Uvigerina bellicostata* LUCZ., the last two species typical of the Kossovian. It is worth mentioning that even this fauna may be a transported one.

The marly deposits from the interval between m 165 to m 270 contain Eocene fossil assemblages consisting of calcareous nannoplankton, and planktonic and benthonic (agglutinated and calcareous) foraminifera (Table).

Thus in the interval comprised between m 165 and m 175 there were recorded *Globigerinatheka index index* (FINLAY), *G. semiinvoluta* (KEIJZER), *G. subconglobata luterbacheri* BOLLI, *Globigerina corpulenta* SUBB., *G. ampliapertura* BOLLI, *G. eocaena* GUEMBEL, *G. hagni* GOHRBANDT, *G. cryptomphala* GLAESSNER, *Chiloguembelina cubensis* (CUSH.) as well as numerous specimens belonging to the *Turborotalia cerroazulensis* lineage (*pomeroli-cerroazulensis-cocoaensis*). The above mentioned planktonic foraminifera are typical of the Upper Eocene (zones P₁₅ - P₁₇). The interval between m 175 and m 310 corresponds to the occurrence and the development of the genera *Hantkenina* (*H. mexicana* CUSH., *H. dumblei* WEINZIERL & APPLIN, *H. alabamensis* CUSH., *H. liebusi* SHOKINA) and *Clavigerinella* (*C. eocanica eocanica* (NUTTALL)). In this interval (equivalent of the P₁₀ - P₁₄ zones) the most frequent species are: *Pseudohastigerina micra* (COLE), *Globigerinatheka mexicana* (CUSH.), *G. subconglobata* (SHUTSKAYA), "*Globigerinoides*" *higginsii* BOLLI, *Truncatulinoidea rohri* BRON. & BERM., *T. cf. T. topilensis* (CUSH.), *Acarina bullbroki* (BOLLI), *A. pentacamerata* (SUBB.), *A. boerdemanni* (CUSH. & BERM.). Samples collected near the bottom of this well (m 350 - 355) seem to belong to the upper part of the Lower Eocene. Here very frequent specimens of frontosa *Turborotalia cerroazulensis frontosa* (SUBB.) and rare specimens of *Morozovella caucasica* GLAESSNER occur. A thin stratum (0.40 m) of Nummulitic limestone (containing *Nummulites* ex gr. *striatus* and *Operculina* sp.) was found at the meter 293 in the siliciclastic sandstones sequence.



(*C. eocanica eocanica* (NUTTALL). În acest interval (echivalent zonelor $P_{10} - P_{14}$), cele mai frecvente specii sunt *Pseudohastigerina micra* (COLE), *Globigerinatheka mexicana* (CUSH.), *G. subconglobata* (SHUTSKAYA), "*Globigerinoides*" *higginsii* BOLLI, *Truncatulinoidea rohri* BRON. & BERM., *T. cf. T. topilensis* (CUSH.), *Acarinina bullbroki* (BOLLI), *A. pentacamerata* (SUBB.), *A. boerdemanni* (CUSH. & BERM.). Probele colectate din apropierea talpei sondei (m 350-355) aparțin, probabil, părții superioare a Eocenului inferior. Aici au fost întâlnite frecvente specimene de *Globorotalia cerroazulensis frontosa* (SUBB.) și rare specimene de *Morozovella caucasica* GLAESSNER. Mai menționăm prezența unui straton subțire de marne calcaroase cu nummuliți (cu *N. ex gr. stiratus* și *Operculina* sp.) la adâncimea de 293 m, în secvența gresiiilor siliciclastice

Sonda H - 21 Grojdibodu, a fost forată în partea de sud-vest a localității Grojdibodu, 12 km est de Sonda H - 20, Dăbuleni. Depozitele străbătute sunt similare celor din forajul H - 20.

În primii 50 m s-a mers în săpă; în intervalul dintre m 50 și m 250 s-a înaintat cu carotaj continuu. Sonda a străbătut marne și marne argiloase, siltice (de la m 50 până la m 224) și gresii siliciclastice între m 224 și m 250.

Între m 50 și m 56, marnele conțin în special foraminifere și nannoplanton remaniate din depozitele marnoase eocene subjacente. Cele mai noi resturi fosile întâlnite sunt reprezentate prin specimene de *Porosonion* (sarmațiene). Sub 56 m adâncime, apar asociațiile de foraminifere planctonice tipice Eocenului superior (până la m 94) după care apar primele specimene de *Hantkenina* și numeroase exemplare din genul *Acarinina*. Intervalul stratigrafic cuprins între m 94 și m 224 a fost atribuit de noi Eocenului mediu. Depozitele grezoase, siliciclastice (între m 224 și m 250) sunt lipsite de resturi organice.

Comentarii

În partea sud-vestică a Platformei Moesice au fost săpate numeroase sonde în scopuri economice. Depozitele eocene au fost menționate în această arie de către Comșa & Costea (1966) care le consideră o prelungire spre nord a depozitelor eocene din bazinul Lomului. Săndulescu et al. (1971) și Saulea et al. (1970) menționează și figurează în hărțile litofaciale depozitele eocene ca o prelungire spre nord a bazinului Lom. Datele noi biostratigrafice, aduse în lucrarea de față, confirmă și completează studiile biostratigrafice pe bază de nannoplanton efectuate de Leu et al. (1983). Comparând asociațiile fosile din această arie cu cele din depozitele echivalente din Carpați (partea sudică a acestora), nu au fost identificate diferențe majore, exceptând o diversificare și frecvență mai mare a foraminiferelor bentonice în aria investigată.

Well H - 21 Grojdibodu, was drilled in the south-western part of the Grojdibodu locality, 12 km east of the Well 20 - Dăbuleni. The drilled deposits are similar to those in Well H 20. Here, on the first 50 meters no sample was recorded; in the interval m 50 - m 250 there were drilled, continuously cored, marls and marly silty-clays (from m 50 to m 224) and siliciclastic endurated deposits from m 224 to the bottom of the well (m 250). Between m 50 and m 56, the marls contain reworked Eocene foraminifera and nannoplankton and Sarmatian microfossils (the foraminifer *Porosonion* sp.). Upper Eocene assemblages occur between m 56 and m 93. In the interval between m 94 and m 250 (bottom of the well), the micropaleontologic assemblages are characterized by the occurrence of the genus *Hantkenina*.

Comments

In the south-western area of the Moesian Platform there were drilled numerous wells for economic purposes. The Eocene deposits were mentioned by Comșa & Costea (1966), Saulea et al. (1970), Săndulescu et al. (1971), Leu et al. (1983). Our biostratigraphic data confirm the data carried out by the above mentioned authors. Comparing the paleontological content of the Neogene and Eocene deposits from south-west Moesian Platform (Lom Basin) with that in the Subcarpathians, no distinguished elements were identified except for a more diversified benthonic foraminiferal assemblage. The existence of a large connection between the two areas is possible, at least in the Upper Eocene.

Paleoecologically, the Eocene foraminiferal assemblages from the wells 20 and 21 suggest a mid-latitude, normal marine, epicontinental, open sea facies.



Este foarte posibil ca cele două arii de sedimentare să fi fost legate cel puțin la nivelul Eocenului superior.

Ansamblul foraminiferelor eocene din forajele H-20 și H 21 sugerează un regim normal marin, epicontinental, de latitudine medie. Prezența unor depozite sarmațiene, care sugerează o sedimentare activă (forajul H-19), situate în apropierea celor două foraje sus menționate, indică o activare a tectonicii rupturale la nivelul Kossovianului și Sarmațianului.

REFERENCES

- Comșa, D., Costea I. (1966) Asupra prezenței Eocenului în sud-vestul Platformei Moesice din România. *Petrol și Gaze*, 17/10, p. 499-502, București.
- Leu, M., Gartner, S., Costea, I. (1983) The Paleocene-Eocene in the south-west of the Moesian Platform (Romania). *An. Inst. Geol. Geof.*, LIX (Strat., Paleont.), p. 213-219, București.
- Saulea Em., Săndulescu, J., Săndulescu, M. (1970) Atlas litofacial, V-Paleogen, Foaia V / 4, Ypresian-Lutetian. *Inst. Geol.*, București.
- Săndulescu, M., Saulea, Em., Săndulescu, J. (1971) Atlas litofacial, V-Paleogen, Foaia V/2a, Corelări stratigrafice ale Paleogenului din România. *Inst. Geol.*, București.

Table – Foraminiferele întâlnite în forajul H-20 Dăbuleni în ordinea primelor apariții începând de la talpă spre suprafață

Foraminifera from the well H-20 in order of their first occurrence from the bottom to the surface.

EOCENE

<i>Globorotalia</i> (T.) <i>frontosa</i> (SUBB.)	<i>Globorotalia</i> (T.) <i>possagnoensis</i> (T. & B.)
<i>Plectina</i> <i>dalmatina</i> (SCHUB.)	<i>Globorotaloides</i> <i>sutteri</i> BOLLI
<i>Osangularia</i> <i>pteromphlia</i> (GUMBEL)	<i>Fursenkoina</i> <i>dibollensis</i> (C. & A.)
<i>Marginulinopsis</i> <i>fragaria</i> (GUMBEL)	<i>Karrieriella</i> <i>siphonella</i> (REUSS)
<i>Clavulina</i> <i>parisiensis</i> D'ORB.	<i>Karrieriella</i> <i>halkyardi</i> (CUSHMAN)
<i>Nummulites</i> ex gr. <i>striatus</i> (BRUG.)	" <i>Lagena</i> " <i>scarenaensis</i> (HANTKEN)
<i>Operculina</i> sp.	" <i>Lagena</i> " <i>tricincta</i> GUMBEL
<i>Globigerinatheka</i> <i>subconglobata</i> (KHAL.)	" <i>Nodosaria</i> " <i>gyrata</i> MALLORY
<i>Tritaxia</i> <i>haerigensis</i> (GUMBEL)	<i>Pseudonodosaria</i> <i>hantkeni</i> (FRANZ.)
<i>Tritaxilina</i> <i>pupa</i> (GUMBEL)	<i>Pseudonodosaria</i> <i>inflata</i> (BORN.)
<i>Tritaxilina</i> <i>cubensis</i> (CUSHMAN)	<i>Rectuvigerina</i> <i>mexicana</i> (CUSH.)
<i>Marginulinopsis</i> <i>asperula</i> (GUMBEL)	<i>Gyroidina</i> <i>hannai</i> GARRETT
<i>Marginulinopsis</i> <i>cumilicostata</i> (GUMB.)	<i>Nuttallites</i> <i>truemphy</i> (NUTTALL)
<i>Hantkenina</i> <i>dumblei</i> (WEINZ. & APPLIN)	<i>Aragonia</i> <i>aragonensis</i> (NUTTALL)
<i>Globigerinatheka</i> <i>micra</i> (SHUTS.)	<i>Pleurostomella</i> <i>acuta</i> HANTKEN
<i>Globigerina</i> <i>eocaena</i> GUMBEL	<i>Pleurostomella</i> <i>incrassata</i> HANTK.
<i>Globigerina</i> <i>inaequispira</i> SUBB.	<i>Bulimina</i> <i>impendens</i> PARK. & BER.
<i>Morozovella</i> <i>spinulosa</i> (CUSH.)	<i>Bulimina</i> <i>velascoensis</i> (CUSHMAN)
<i>Pseudohastigerina</i> <i>micra</i> (COLE)	<i>Uvigerina</i> <i>chirana</i> CUSH. & STONE
<i>Hemirobulina</i> <i>subbulata</i> (HANT.)	<i>Acarinina</i> <i>pentacamerata</i> (SUBB.)
<i>Marginulina</i> <i>propinqua</i> HANTKEN	<i>Clavigerinella</i> <i>eocaena</i> (NUTTALL)
<i>Vulvulina</i> <i>nummulina</i> (GUMBEL)	<i>Globigerina</i> <i>pseudoeocaena</i> SUBB.
<i>Anomalinoides</i> <i>calymene</i> (GUMB.)	<i>Globigerinatheka</i> <i>euganea</i> (SUBB.)
<i>Hanzawaia</i> <i>ammophila</i> (GUMBEL)	<i>Globigerinatheka</i> <i>mexicana</i> (CUSH.)
<i>Uvigerina</i> <i>spinocostata</i> C. & J.	<i>Globigerina</i> <i>turkmenica</i> KHALILOV
<i>Acarinina</i> <i>bullbrookii</i> (BOLLI)	<i>Globigerina</i> <i>linaperta</i> FINLAY
<i>Globigerina</i> <i>baconica</i> SAMUEL	<i>Hantkenina</i> <i>lehneri</i> CUSH. & JARVIS
<i>Globigrina</i> <i>hagni</i> GOHR.	<i>Hantkenina</i> <i>longipsina</i> (CUSH.)



Amărăștii de Jos

Dăbuleni

Grojdibodu

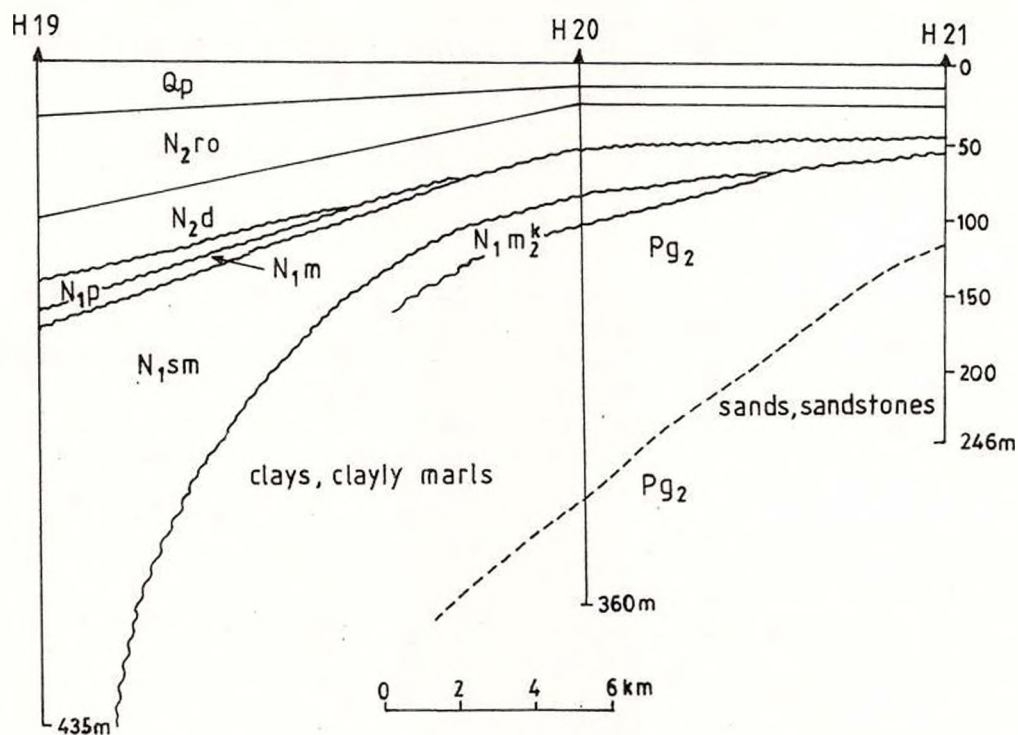


Fig. 2

Corelarea geologică a celor trei foraje.
Geological correlation of the three wells.

REZULTATE ALE CERCETĂRII CAROTELOR FORAJELOR DE PROSPECȚIUNE HIDROGEOLOGICĂ DIN BAZINUL DACIC RESULTS OF THE INVESTIGATIONS OF THE CORES FROM THE HYDROGEOLOGICAL PROSPECTION BOREHOLES IN THE DACIC BASIN

P. ENCIU, S. C. RĂDAN, A. HADNAGY, M. RĂDAN, M. ENCIU

Cartarea a 64 foraje hidrogeologice (fig.) executate în Bazinul Dacic de unitățile Ministerului Industriilor, analizele și determinările de laborator efectuate doar pe o mică parte din cele aproximativ 3500 carote prelevate (tab.) și alte informații au permis obținerea unui prim set de rezultate, din care vom prezenta câteva în continuare.

1. Pe flancul intern al avânfosei carpatice, la vest de falia intramoesică, datorită evoluției diferite pe direcția est-vest a depozitelor din subetajul structural cretacic-sarmatian inferior și mecanismul de definitivare a structurilor aplicative și rupturale din subetajul superior diferă. Pe apexul unor anticlinale și al unor duplicații din Pânza Marginală au continuat și în Pliocen procesele de cutare ușoară. Procesele menționate, coroborate în pleistocenul superior cu cel de tăiere a nivelelor de vale au dus la erodarea completă a depozitelor romaniene în sectoare situate pe cursurile mijlocii ale Oltului, Luncavățului, Gilortului ș.a., și implicit la deschiderea parțială a acviferelor pliocene. Deschiderea hidrostructurilor romaniene în treimea nordică a marelui bazin hidrogeologic dintre Subcarpați și Dunăre prezintă importanță deosebită la elaborarea studiilor de evaluare, gestionare și protecție a resurselor de adâncime.

2. În extremitatea nord-vestică a avânfosei carpatice, ultimele pusee ale fazei valahe au reactivat procesele de faliere, generând un bazin tectonic extins sud-vest între Gilort și Tismana, bazin jalonat la sud de falii cu salturi de 50-120 m și colmatat cu depozite pleistocen-holocene. Bazinul prezintă importanță în alimentarea acviferelor de adâncime, acvifere supuse drenării prin foraje în apexul anticlinalelor Rovinari și Peșteana, situate mai la sud. Aspectele semnalate au importanță în studiile de hidrogeologie minieră sau în cele de protecție a resurselor.

The mapping of 64 hydrogeological boreholes with continuous mechanical drilling (Figure) carried out in the Dacic Basin within the Ministry of Industries, the analyses and laboratory determinations carried out for small number of the approximately 3.500 cores (Table) as well as some other data provided a first set of results, a few of which will be further presented.

1. On the inner flank of the Carpathian Foredeep, west of the Intramoesian Fault, the different evolution in the east-west direction of the deposits from the Cretaceous-Lower Sarmatian structural stage determined a different mechanism of definitization of the plicative and ruptural structures from the upper stage. The slight folding processes continued also in the Pliocene on the apex of some anticlines and of some duplicatures from the Marginal Nappe. These processes, corroborated in the Upper Pleistocene with the cutting of valley levels, led to the complete erosion of the Romanian deposits in the small sectors situated on the mid-courses of the Olt, Luncavăț, Gilort, Jiu valleys and implicitly to the partial discharge of Pliocene aquifers. The opening of the Romanian hydrostructures in the northern third of the large hydrogeological Dacic Basin (situated between the Subcarpathians and the Prebalkans) is very important for the studies of the valuation, management and protection of the confined water resources.

2. In the north-western extremity of the South Carpathian Foredeep, the last uplifts of the Wallachian phase reactivated the faulting processes, generating a tectonic basin which extends east-westwards between the Gilort and the Tismana valleys, being bordered southwards by faults with throws of 50-120 m and colmated with Pleistocene-Holocene deposits. This little basin is important for the feeding of the confined aquifers which are subjected to draining through boreholes in the apex of the Rovinari and Peșteana anticlines that are situated farther south. The mentioned aspects are important for the studies in mining hydrogeology or those concerning the resource protection.



3. În treimea sudică a bazinului Dacic forajele săpate în județele Mehedinți, Dolj, Olt etc. au evidențiat lipsa în unele sectoare de pe ridicările Strehaia-Calafat, Balș-Oași și Tr. Măgurele-Nicopole a depozitelor pontiene sau romanian inferioare. Aspectul este important la studiul raporturilor hidraulice dintre acvifere în aria de descărcare (ce corespunde câmpurilor înalte și teraselor comune Jiu-Dunăre-Olt).

4. Întreruperea legăturii Bazinului Dacic cu Bazinul Panonic la finele Pontianului, existența ridicării emerse Strehaia-Calafat, dezvoltarea rețelei hidrografice radial convergente pe clina estică a Carpaților Transdanubieni ș.a. au favorizat îndulcirea rapidă a apei în vestul Bazinului Dacic și acumularea unei formațiuni nisipoase deltaice (importantă prin resursele sale acvifere). Forajele hidrogeologice executate în centrul și sud-estul Bazinului Dacic, unde ambianța de sedimentare a fost litorală și de larg în timpul Gețianului, au relevat alte trăsături ale acviferelor nisipoase, atât în privința mărimii și geometriei colectoarelor, cât și a caracterelor hidrofizice și a celor hidrochimice.

5. În Parscovian, în condițiile unui climat temperat cald și cu valori ale precipitațiilor duble față de cele înregistrate astăzi în vestul Bazinului Dacic, se dezvoltă întinse câmpii de inundație, slab drenate, cu extinse regiuni mlăștinoase. Spre deosebire de acviferele gețiene, bicarbonatate sodice în nord-vestul bazinului și clorurate sodice în sud-est, acviferele dintre stratele argilo-cărbunoase parscoviene sunt bicarbonatate sulfatate magneziene, au pH ușor acid (6,5-6,9) și conținuturi semnificative (din punct de vedere medical) în NH_4^+ , Fe^{2+} , NO_2^- , Br^- și în substanțe organice, cele din urmă fiind responsabile pentru nefropatiile endemice cunoscute la locuitorii din văile Drincea, Topolnița, Lom, Timoc.

6. În Romanian-Pleistocen inferior, pe fondul unei progresive dar intermitente răcirii a climei în emisfera nordică, cu pusee mai clare la 3,1 m.a., 2,4 m.a., 1,7 m.a. etc., drenajul și modul de organizare al rețelei hidrografice din Bazinul Dacic se diferențiază mult, atât pe direcția nord-sud, cât mai ales pe direcția vest-est. Forajele hidrogeologice au evidențiat existența unor perioade cu cursuri intermitente sau de largă sinuozitate în care depozitele psamitice de canal au pondere subordonată, și a altora, în care densitatea rețelei și competența de transport creșteau considerabil. Astfel s-au depus extinsele pânze de nisip din acoperișul stratelor de lignit VII, XII, nisipurile primului membru al formațiunii de Frățești ș.a.

3. In the southern third of the Dacic Basin, the boreholes drilled in the Mehedinți, Dolj, Olt Districts pointed out the lack in some sectors of the Strehaia-Calafat, Leu-Balș-Optași and Turnu Măgurele-Nicopole uplifts of the Pontian or Romanian deposits. This aspect is of importance in the study of the hydraulic relationships among aquifers in the discharge area (which corresponds to the high plains and the common Danube-Jiu-Olt terraces).

4. The interruption of the link between the Dacic and Pannonian Basins at the end of the Pontian, the existence of the emerged Strehaia-Calafat uplift, the development of the radially convergent hydrographic network on the eastern slope of the Transdanubian Carpathians favoured the rapid water freshening in the west of the Dacic Basin as well as the accumulation of a deltaic plain sandy formation (of interest for its aquiferous resources). Eastwards, the hydrogeological boreholes carried out in the centre and south-eastern part of the Dacic Basin, where sedimentation environment was littoral during Lower Dacian, revealed other features of the sandy aquifers as regards the size and geometry of the confined collectors on the one hand, and the hydrophysical and hydrochemical characteristics on the other.

5. In the Upper Dacic, in the conditions of the warm temperate climate with double values of the precipitation as compared to those recorded in the Dacic Basin today, large, weakly drained flood plains comprising extended swampy regions develop. Unlike the Lower Dacic, natrium bicarbonate aquifers in the north-western part of the basin and natrium chloride ones in the south-eastern part (București zone), the Upper Dacic clayey-coaly-sandy beds contain magnesium sulphate-bicarbonate types, showing slightly acid pH (6.5-6.9) and significant values of NH_4^+ , Fe^{2+} , NO_2^+ , Br^- and organic substances; these are responsible for the Balkan endemic nephropathy from which the inhabitants on the Topolnița, Drincea, Lom and Morava valleys suffer.

6. In the Romanian-Lower Pleistocene, in the conditions of a progressive but intermittent cooling of the climate in the northern hemisphere, with more pronounced coolings at 3.1 m.y., 2.4 m.y., 1.7 m.y. etc, the drainage and organization mode of the hydrographic network in the Dacic Basin become much more differentiated both in the north-south and especially in the west-east directions. The hydrogeological boreholes pointed out the existence of some periods with ephemeral or highly sinuous rivers, in which the channel sandy deposits are subordinated, and of others, in which the density of the network and the transport competence considerably increased. Thus the large stacked channel fill from the hanging wall of the coal



7. Delimitarea în suprafață și în secțiune a formațiunilor geologice acvifere, acvitarde și acviclude depuse în Romanian superior-Cuaternar în nord-estul Bazinului Dacic este o problemă dificilă, lipsind elementele de datare. Studiarea modului cum au evoluat sistemele depoziționale trebuie să țină seama de cele două ingresiuni ale Mării Negre, precum și de evoluția procesului de ridicare a Subcarpaților și a celui de subsidență accentuată a platformei între falia intramoesică la vest și prelungirea faliei Peceneaga-Camena la nord-est.

8. Forajele hidrogeologice de pe flancul epicratonic al avanfosei carpatice au relevat existența pe intervalul carotat (50–500 m) a unei stive imense de depozite aluvial-proluviale, doar cu detritus de gasteropode terestre în nivelele de paleosoluri, bogate în resurse de apă.

Intrucât programul de studiere a carotelor celor 65 foraje hidrogeologice este la început, ne preocupă introducerea unei metode fiabile de datare a depozitelor romanian superior-cuaternare. Datarea cu acuratețe a formațiunilor geologice depuse în ultimele 2,4 milioane de ani la exteriorul Subcarpaților de Curbură va înlesni cunoașterea proceselor neotectonice, va permite delimitarea formațiunilor geologice purtătoare de resurse acvifere potabile și pe această bază, va ajuta la corecta evaluare a raporturilor hidraulice reciproce, a celor cu acviferele freatice sau cu marile cursuri de suprafață.

Aceste etape ale cercetării sunt absolut necesare pentru demersuri ulterioare, precum evaluarea resurselor naturale, corecta gestionare și valorificare funcție de trăsăturile hidrochimice, protecția acestora ș.a.

beds VII, XII, the sands of the first member of the Frățești Formation etc. deposited.

7. The delimitation on the surface and in section of the aquiferous, aquitard and aquiclude geological formations deposited in the north-eastern part of the Dacic Basin during the Upper Romanian-Quaternary is a difficult problem as the dating elements are lacking. The study of the depositional systems should take into consideration the two ingressions of the Black Sea as well as the evolution of the uplifting process of the Subcarpathians and of the pronounced subsidence of the Moesian Platform between the Intramoesian Fault to the west and the prolongation of the Peceneaga-Camena Fault to the north-east. In the north-eastern part of the Dacic Basin the hydrogeological boreholes revealed the existence in the interval of 50–500 m of a huge pile of alluvial-proluvian deposits, containing only terrestrial gasteropod detritus in the geosols levels.

As the program related to the study of the samples from the sixty-five hydrogeological boreholes is in an initial stage, we are concerned with the promotion of an efficient method for dating Upper Romanian-Quaternary deposits.

The accurate dating of the geological formations deposited in the last 2,4 m.y. outside the Subcarpathian Bend Zone will enable the knowledge of the neotectonic processes, will allow the delimitation of the geological formations bearing potable aquiferous resources, thus making possible the correct estimation of the reciprocal hydraulic relationships, of those with phreatic aquifers and with great rivers.

For the Geological Institute of Romania, these stages of research are absolutely necessary for further attempts such as the estimation of the natural water resources, their correct and efficient flow modelling, their vulnerability, etc.



Cercetări hidrogeologice prin foraje pentru acvifere potabile de adâncime
Hydrogeological Investigations by Boreholes for Potable Groundwaters
LISTA FORAJELOR PROBATE DE INSTITUTUL GEOLOGIC ÎN BAZINUL DACIC
LIST OF BOREHOLES SAMPLED BY THE GEOLOGICAL INSTITUTE OF ROMANIA IN THE DACIC BASIN

No.	Forajul (localitatea) județul	Indice foraj	Adâncimea forajului m	Vârsta formațiunilor investigate	Total probe prelevate
No.	Borehole (locality) district	Borehole index	Borehole depth m	Age of investigation formation	Total of samples
1	Amara Băi Ialomița	H73	250	N ₂ rm-Q ₁ p	55
2	Amărăști Dolj	H19	410	N ₂ sm-Q ₁ p	54
3	Argetoaia Dolj	H2	260	N ₂ dc-rm	60
4	Balta Albă Buzău	H34	460	&	38
5	Balș Olt	H5	280	N ₁ sm-N ₂ rm	52
6	Bălăcița Mehedinți	H9	160	Q ₁ p	31
7	Bănești Prahova	H1	320	N ₂ dc-rm	61
8	Berești Galați	H2	250	N ₁ p-N ₂ rm	32
9	Bobocu Buzău	H33	355	&	93
10	Bogza Vrancea	H43	350	&	56
11	Bolintin Giurgiu	H13	310	N ₂ rm-Q ₂ h	70
12	Brabova Dolj	H6	300	N ₂ dc-rm	61
13	Breznița Mehedinți	H3	2000	N ₂ dc-rm	31
14	București	H11	250	N ₂ dc-Q ₁ p	79
15	Buzoiești Olt	H21	400	&	25
16	Castranova Dolj	H11	190	N ₂ dc-Q ₁ p	26
17	Căiuți Bacău	H24	350	N ₂ rm-Q ₁ p	29
18	Cernătești Dolj	H41	350	N ₂ dc-rm	35
19	Chitila Ilfov	H7	450	N ₂ rm-Q ₁ p	145
20	Ciocărlia Ialomița	H85	480	&	173
21	Colelia Ialomița	H74	550	&	33
22	Corlățel Mehedinți	H8	160	N ₁ p-Q ₁ p	44
23	Corod Galați	H6	350	N ₁ p-Q ₁ p	90
24	Cuza Vodă Brăila	H42	200	&	11
25	Dăbuleni Dolj	H20	355	Pg ₂ -Q ₁ p	87
26	Dănculești Gorj	H16	350	N ₂ dc-rm	30
27	Drăganu Argeș	H9	440	&	24
28	Drăgoești Ialomița	H67	395	&	110
29	Făgetelu Argeș	H1	400	&	97
30	Fierbinți Ialomița	H65	425	&	24
31	Focșani Vrancea	H40	475	&	45
32	Fulga Prahova	H11	250	&	18
33	Găești Dâmbovița	H1	580	&	75
34	Ghermănești Ilfov	H1	560	&	65
35	Măceș Dolj	H16	150	N ₂ dc-Q ₃ p	25
36	Măicănești Vrancea	H32	350	&	99
37	Merci Buzău	H37	300	&	53
38	Moara Vl. Ilfov	H3	515	&	59
39	Padina M. Buzău	H40	360	&	30
40	Padina M. Mehedinți	H7	150	N ₂ dc-rm	35
41	Peștișani Gorj	H2	330	N ₁ p	15
42	Râmnicelu Brăila	H31	500	&	143
43	Roata Giurgiu	H3	300	N ₂ rm-Q ₁ p	48
44	Rocșoreni Mehedinți	H30	230	N ₂ dc-N ₂ rm	30
45	Roșia Am. Gorj	H5	250	N ₂ dc-rm	23
46	Sălcioara Ialomița	H68	300	N ₂ rm-Q ₃ p	51
47	Seaca Dolj	H5	250	N ₂ dc-rm	55
48	Slatina Olt	H4	380	N ₁ m-N ₂ rm ₃	165
49	Slobozia Vrancea	H39	350	&	49
50	Stălpeni Argeș	H8	285	N ₂ rm-Q ₁ p	35
51	Stănița Mehedinți	H5	250	N ₂ rm-Q ₁ p	35
52	Strejnic Prahova	H6	340	&	26
53	Topoloveni Argeș	H11	350	N ₂ rm-Q ₂ h	38
54	Tătăranu Dâmbovița	H5	320	&	14
55	Tecuci Galați	H7	520	&	55
56	Terpezița Dolj	H8	300	N ₂ dc-rm	105
57	Titulescu Olt	H8	300	&	21
58	Ticleni Gorj	H8	320	N ₁ p-N ₂ rm ₂	25
59	Urleasca Brăila	H36	200	&	38
60	Urziceni Ialomița	H66	550	&	40
61	Vârvoru Dolj	H23	220	N ₂ rm	45
62	Văgiulești Gorj	H10	265	N ₂ dc-Q ₁ p	30
63	Vlădaia Mehedinți	H10	170	&	15
64	Voloiaș Mehedinți	H30	230	N ₂ dc-N ₂ rm	30

& foraje în care nu s-au identificat elemente paleontologice (moluște, ostracode, micromamifere)
& Borehole in which no paleontological elements have been identified (mollusca, ostracoda, micromammals)



The figures correspond to the third column (boreole index) in the table



NOI APARIȚII ALE PÂNZEI DE SEVERIN ÎN MUNȚII ALMAJULUI (CARPAȚII MERIDIONALI) NEW OCCURRENCES OF THE SEVERIN NAPPE IN MUNȚII ALMAJULUI (SOUTH CARPATHIANS)

G. POP

Prezența Pânzei de Severin șariată peste depozitele senoniene pp ale Domeniului Danubian (Dacide Marginale) intern (valea Camenița, NE de Berzasca) a fost remarcată de Pop (în Pop et al., 1992). Ulterior, alte apariții similare au fost observate în două sectoare diferite din aceeași regiune; sectorul Dunăre (E de Cozla) - Drenetina - valea Berzasca și sectorul văilor Berzasca - Chiacovăț, la SV de Svinecea Mare (Pop în Pop et al., 1995).

În ultimul sector menționat, Pânza de Severin, aflorând într-o structură sinclinală faliată, este șariată peste cuvertura sedimentară a Domeniului Danubian, cuprinzând depozite senoniene pp, și este acoperită tectonic de metamorfitele proterozoice ale Seriei de Ielova. Aceste relații tectonice sunt foarte asemănătoare acelor cunoscute în alte regiuni ale Carpaților Meridionali, sugerând nu numai prezența Pânzei de Severin în acest sector, dar și apartenența posibilă a Seriei de Ielova la Pânza Getică (Fig.). De altfel, Codarcea (1940) a remarcat asemănarea frapantă a Zonei (Seriei) de Ielova cu anumite roci metamorfice ale Zonei (Grupului) de Lotru din Pânza Getică. Zona de Ielova retromorfozată a aceluiași autor a fost deja inclusă, parțial, în Pânza Getică (Iancu, Mărunțiu, 1989).

Pânza de Severin cuprinde două formațiuni sedimentare: Formațiunea de Sinaia (Tithonian-Neocomian) și Formațiunea de Valea Berzasca (nom.nov.), atribuită, provizoriu, intervalului Barremian-Aptian.

Formațiunea de Sinaia este reprezentată prin partea ei superioară, grezoasă, formată, în principal, din subarcoze litate, grosiere la fin granulare, conținând granele verzi (cloritoase). Frecvent, aceste gresii sunt calcarenacee, cutate și diaclazate cu calcit. Există, de asemenea, intercalații subțiri de siltite argiloase negricioase și rare micrite. Rocile siliciclastice formează deseori asociații reprezentând, în general, secvențe turbiditice incomplete (Ta-b, Ta-c, Tb-c, etc.). În valea Chiacovăț, două intercalații de micrite slab argiloase conțin calpionele din Zona Calpionellopsis (Berriasian superior - Valanginian bazal), corespunzătoare subzonelor Simplex și Obloga (sensu Pop, 1994),

The occurrence of the Severin Nappe overthrusting the Senonian pp deposits of the Danubian Domain (Marginal Dacides) in its inner (western) area (Camenita Valley, north-east of Berzasca) was remarked by Pop (in Pop et al., 1992). Later on, some other similar appearances were reported in two different areas of the same region; Danube (east of Cozla) - Drenetina - Berzasca valley area and Berzasca - Chiacovăț valleys one, south-west of Svinecea Mare (Pop in Pop et al., 1995).

In the last mentioned area, the Severin Nappe outcropping in a faulted syncline structure is overthrust on the sedimentary cover of the Danubian Domain including Senonian pp deposits, and is tectonically overlain by the Proterozoic metamorphites of the Ielova Series. These tectonic relationships are very comparable with those known in other regions of the South Carpathians, suggesting not only the presence of the Severin Nappe in this area, but also the possible pertaining of the Ielova Series to the Getic Nappe (Fig.). In fact, Codarcea (1940) pointed out the striking resemblance of his Ielova Zone (Series) with some metamorphic rocks of the Lotru Zone (Group) of the Getic Nappe. The retromorphosed Ielova Zone of the same author was already partially attributed to the Getic Nappe (Iancu & Mărunțiu, 1989).

The Severin Nappe includes here two sedimentary formations: Sinaia Formation (Tithonian - Neocomian) and Valea Berzasca Formation (nom.nov.) provisionally assigned to Barremian - Aptian interval.

The Sinaia Formation is represented by its upper (sandy) member consisting mainly of bedded coarse to fine -grained subarkoses containing green (chloritous) grains. Very often these sandstones are calcarenaceous, folded and with calcite veins. There are also thin-bedded intercalations of blackish argillaceous siltstones and scarce micrites. The siliciclastic rocks frequently form different assemblages commonly representing some incomplete turbidite sequences (Ta-b, Ta-c, Tb-c, etc.). In the Chiacovăț valley, two thin beds of clayey micrite contain some calpionellids from the Calpionellopsis Zone (Late Berriasian - basal Valanginian), corresponding to the Simplex



reprezentate prin: *Calpionellopsis simplex* (COLOM), *C. oblonga* (CADISCH), *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU et FILIPESCU), *T. longa* (COLOM), *Remaniella filipescui* POP - o formă de tranziție la *Praecalpionellites murgeanui* (POP), și *Calpionella alpina* LORENZ. Litofaciesul caracteristic și datele biostratigrafice dovedesc, fără îndoială, prezența Formațiunii de Sinaia în acest sector.

Formațiunea de Valea Berzasca constă, ideosebi, în conglomerate polimictice masive. Ele conțin elemente, în general, mediu granulare la grosiere, mai mult sau mai puțin rotunjite și sortate, de roci metamorfice (cuarțite, amfibolite, etc.) și de diferite tipuri de calcare remaniate dintr-o platformă carbonatică urgoniană, eventual getică (grainstone și packstone bioclastice, peloidale, ooidale, oncoidale, precum și termeni intermediari). Bioclastele acestor elemente sunt reprezentate de foraminifere bentonitice (miliolide, orbitolinide, textularide, etc.) și fragmente de echinoderme, bivalve, alge calcareoase, corali, etc. Aceste conglomerate nu conțin calcare remaniate din cuvertura sedimentară a Domeniului Danubian care sunt, în schimb, comune în depozitele senoniene pp acoperite de Pânza de Severin. Între formațiunile de Sinaia și de Valea Berzasca este posibilă o trecere gradată, fapt sugerat de intercalațiile de conglomerate asemănătoare din partea superioară a Formațiunii de Sinaia. Prin urmare, Formațiunea de Berzasca este atribuită Pânzei de Severin. În toate lucrările anterioare, cele două formațiuni au fost considerate depozite cretacice superioare sau senoniene pp ale Domeniului Danubian.

Interpretarea unei astfel de structuri este, în general, cunoscută; în timpul tectogenezei austrice, Domeniul Getic a săriat sub forma Pânzei Getice peste depozitele cretacice inferioare ale șanțului Severin, incluzând formațiunile de Sinaia și de Valea Berzasca. Ulterior, într-o etapă timpurie a tectogenezei laramice (intrasenoniană), Pânza Getică împreună cu formațiunile menționate, formând Pânza de Severin. Într-o poziție parautohtonă, au săriat Domeniul Danubian (autohton), cuprinzând depozite dominante siliciclastice senoniene pp. într-o etapă ulterioară, întreaga structură a suferit noi deformări compresive, marcate de un sistem de cute și falii, în particular inverse. Deși aceste ultime deformări importante permit și alte interpretări, Seria de Ielova este atribuită, parțial, Pânzei Getice. O reconsiderare a acestei serii este însă necesară.

Prezența pânzelor de Severin și Getică în vestul Munților Almajului confirmă modelul tectonic admis de Codarcea (1940), model foarte adaptabil conceptelor actuale în geotectonică (Săndulescu, 1984).

and Oblonga subzones (sensu Pop, 1994), represented by *Calpionellopsis simplex* (COLOM), *C. oblonga* (CADISCH), *Tintinnopsella carpathica* (MURGEANU et FILIPESCU), *T. longa* (COLOM), *Remaniella filipescui* POP - a transitional form to *Praecalpionellites murgeanui* (POP), and *Calpionella alpina* LORENZ. The characteristic lithofacies and biostratigraphic data prove without any doubt the presence of the Sinaia Formation in this area.

The Valea Berzasca Formation consists of often massive polymictic conglomerates. Their pebbles are commonly medium- to coarse-sized, more or less rounded and sorted metamorphic rocks (quartzites, amphibolites, etc.) and different types of limestones reworked from an Urganian carbonate platform, eventually a Getic one. The carbonate pebbles are formed of skeletal, peloidal, ooidal and oncoidal grainstones and packstones as well as intermediary terms. The skeletal grains of these pebbles are represented by benthic foraminifera (miliolids, orbitolinids, textularids, etc.) and remains of echinoderms, bivalves, calcareous alga, corals, etc. The carbonate pebbles reworked from the sedimentary cover of the Danubian Domain are absent, while they are common in the Senonian pp conglomerates underlying the Severin Nappe. A transitional boundary between the Sinaia and Valea Berzasca formations is possible; it is suggested by comparable conglomerates intercalated in the upper part of the Sinaia Formation. Consequently, the Valea Berzasca Formation is assigned to the Severin Nappe. In all the previous papers the two formations of this nappe were attributed to the Late Cretaceous or Senonian pp deposits of the Danubian Domain.

The interpretation of such a structure is generally known; during the Austrian tectogenesis the Getic Domain overthrust as Getic Nappe the Early Cretaceous deposits of the Severin Trough including the Sinaia and Valea Berzasca formations. Later on, in early stage of the Laramian tectogenesis (intra-Senonian), the Getic Nappe together with the above mentioned underlying formations forming the Severin Nappe in a parautochthonous position overthrust the Danubian Domain topped by the Senonian pp, mainly siliciclastic deposits. In a subsequent stage, the whole structure underwent new compressive deformations marked by a system of folds and particularly reverse faults. Although these last important deformations also allow other interpretations, the Ielova Series is partially assigned to the Getic Nappe. But a reconsideration of this series is necessary.

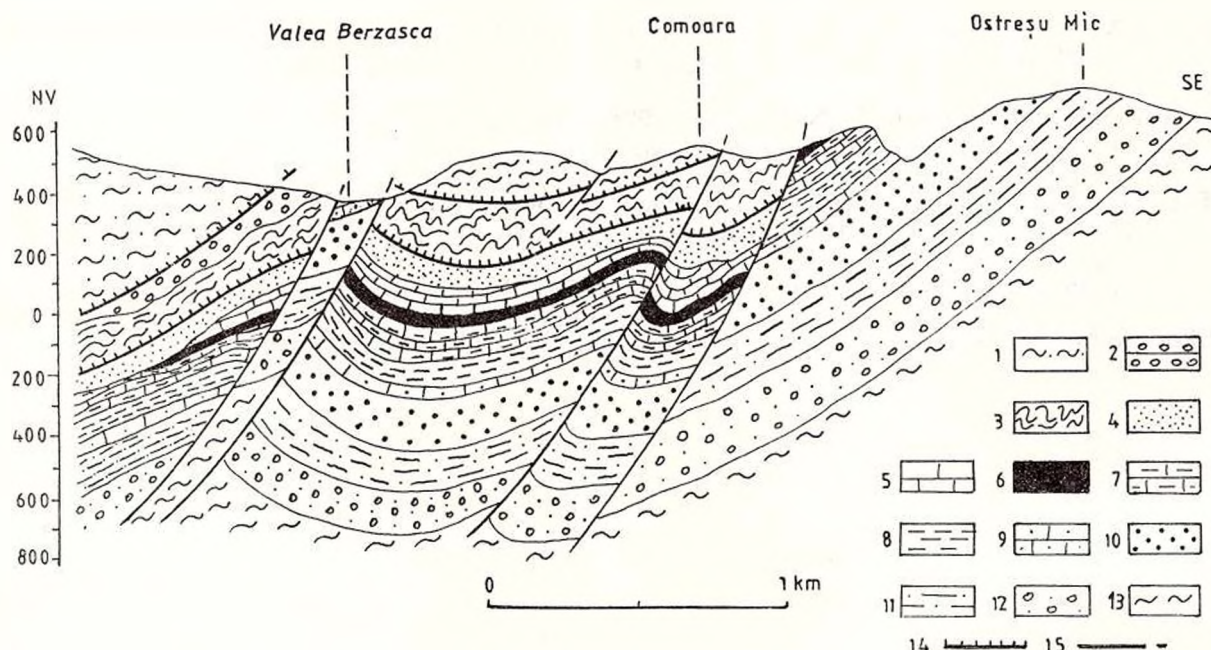
The presence of the Severin and Getic nappes in the western part of Munții Almajului confirms the tectonic model admitted by Codarcea (1940), which is very adaptable to the present-day concepts in geotectonics (Săndulescu, 1984).



Bibliografie selectivă- Selected references

- Codarcea, Al. (1940) Vues nouvelles sur la tectonique du Banat méridional et du Plateau de Mehedinți. *An. Inst. Geol. Rom.*, XX, p. 1-74, București.
- Iancu, V., Mărunțiu, M. (1989) Toronița Zone and problems of the pre-Alpine metamorphic basement of the Getic and Danubian realms. *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, 74/1, p. 223-237, București.
- Năstăseanu, S., Popescu, I., Negrea, E. (1988) Alpine structural units in the Almaj Mts. *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, 72-73/5, p. 161-168, București.
- Pop, Gr., Stan, N., Mărunțiu, M., Dinică, I., Conovici, M., Vieru, C., Platon, R., Antonescu, E., Ion, J., Costea, C., Bădiceanu, M. (1992) Raport, Arh. Inst. Geol. Rom., București.
- , Dinică, I., Stănoiu, I., Conovici, M. (1995) Raport, Arh. Inst. Geol. Rom., București.
- Săndulescu, M. (1984) Geotectonica României. Ed. Tehn., 334 p., București.





Secțiune geologică valea Berzasca - Ostreșu Mic (Munții Almajului, Carpații Meridionali): 1, *Pânza Getică* (Seria de Ielova, metamorfită proterozoică); 2-3, *Pânza de Severin*: 2, Formațiunea de Valea Berzasca (conglomerate polimictice, Barremian - Aptian); 3, Formațiunea de Sinaia (fîș siliciclastic, Tithonian - Hauterivian); 4-13, *Domeniul Danubian* (Unitatea de Sirinia, Năstăseanu et al., 1988): 4, depozite dominant siliciclastice (Senonian pp); 5, Formațiunea de Murguceva (pelagite de tip Maiolica, Tithonian terminal - Hauterivian); 6, Formațiunea de Greben (calcare nodulare superioare, Kimmeridgian superior - Tithonian superior pp); 7, Formațiunea de Zeliște (pelagite și calciturbidite cu cheruri, Callovian superior - Kimmeridgian inferior); 8, Formațiunea de Bigăr (marne, marnocalcare, Bathonian - Callovian mediu); 9, Formațiunea de Sirinca (faciesuri de platformă carbonatică, Bajocian); 10, Formațiunea de Moșnic (microconglomerate și gresii calcarenacee, Aalenian); 11, Formațiunea de Sirinia (marne și argile siltice, gresii, Pliensbachian - Toarcian); 12, Formațiunea de Chiacovăț (conglomerate, gresii, argile siltice cu cărbuni, aluvial-lacustre, Hettangian - Sinemurian); 13, metamorfită proterozoică; 14, pânză de șariaj; 15, falie.

Geological section through the Berzasca valley and Ostreșu Mic (Munții Almajului, South Carpathians): 1, *Getic Nappe* (Ielova Series, Proterozoic metamorphites); 2-3, *Severin Nappe*: 2, Valea Berzasca Formation (polymictic conglomerates, Barremian - Aptian); 3, Sinaia Formation (siliciclastic flysch, Tithonian - Neocomian); 4-13, *Danubian Domain* (Sirinia Unit, Năstăseanu et al., 1988): 4, mainly siliciclastic deposits (Senonian pp); 5, Murguceva Formation (pelagites of Maiolica type, terminal Tithonian - Hauterivian); 6, Greben Formation (upper nodular limestones, Late Kimmeridgian - Late Tithonian pp); 7, Zeliște Formation (cherty pelagites and calciturbidites, Late Callovian - Early Kimmeridgian); 8, Bigăr Formation (marls, marly limestones, Bathonian - Middle Callovian); 9, Sirinca Formation (carbonate platform facies, Bajocian); 10, Moșnic Formation (calcarenaceous microconglomerates and sandstones, Aalenian); 11, Sirinia Formation (silty marls and clays, sandstones, Pliensbachian - Toarcian); 12, Chiacovăț Formation (alluvial-lacustrine conglomerates, sandstones and silty clays with coals, Hettangian - Sinemurian); 13, Proterozoic metamorphites; 14, overthrust contact; 15, fault.

MEMBRUL FLOREȘTI – O NOUĂ UNITATE LITOSTRATIGRAFICĂ PRIABONIANĂ DIN NORD-VESTUL TRANSILVANIEI THE FLOREȘTI MEMBER - A NEW PRIABONIAN LITHOSTRATIGRAPHIC UNIT FROM NW TRANSYLVANIA

A. RUSU

Cercetările noastre efectuate pentru Harta geologică a României sc 1:50.000, foaia Gilău, au dus la descoperirea în cuprinsul Formațiunii de Valea Nadășului (formațiune continentală de tip "red beds") a unei secvențe marine a cărei existență era ignorată.

Aflorimentul care deschide observației noua unitate litostratigrafică se află la Florești (jud. Cluj) în zona unei foste cariere de nisipuri din malul stâng al Someșului Mic, aval de ultimele case izolate ale localității. Aici, într-un abrupt de cca. 30 m înălțime, apare următoarea succesiune de strate de jos în sus (vezi fig.):

a. - 6 m argile siltice roșii-violacei cu o lentilă de nisip mediu granular, verzui, cu stratificație încrucișată; argilele roșii tipice Formațiunii de Valea Nadășului trec gradat la:

b. - 0,5-1 m argile siltice verzui, ușor litificate; urmează cu o limită tranșantă depozite marine reprezentate prin:

c. - 0,5-0,8 m gresie grosieră argiloasă cu bioglife pe suprafața inferioară a bancului, din care coboară canale săpate în substrat,

d. - 0,5-0,7 m nisip fin argilos cu filme de material cărbunos în partea medie; nisipurile trec gradat printr-o gresie bioclastică puternic bioturbată la:

e. - 2 m calcare bioclastice miliolidice bogate în partea lor inferioară în alveoline (formând pe alocuri aglomerări lumașelice) și scutelline; calcarele devin spre partea superioară mai marnoase și mai șistoase și conțin numeroase bioglife,

f. - 0,5 m argilă fină cenușie-verzuie, cu un nivel cărbunos în mijloc; cu această argilă se revine la regimul continental, aluvial, al stratelor de Valea Nadășului,

g. - 2 m nisipuri mediu granulare, cenușii-verzui, cu stratificație încrucișată, care includ un nivel de galeți moi de argile verzui din substrat,

h. - 2 m nisipuri mediu granulare, cenușii-verzui, nestratificate,

i. - 3 m argile siltice roșii de tip "red beds",

j. - 2 m nisipuri argiloase gălbui,

k. - pietrișuri de terasă, cu un nivel de argile roșii remaniate în bază.

Our investigations carried out for the Geologic Map of Romania, scale 1:50,000, Gilău Sheet, led to the identification within the Valea Nadășului Formation (continental formation of red beds type) of a marine sequence whose existence has been ignored so far.

The outcrop exposing the new lithostratigraphic unit is situated at Florești (Cluj district) in the zone of a former sand quarry from the left bank of the Someșu Mic River, downstream past the isolated houses of this locality. Here a ca. 30 m high escarpment exposes the following bed succession from bottom to top (see Figure):

a. - 6 m of violet-red siltic clays with a greenish medium-grained sand lens, showing cross-bedding; the red clays typical of the Valea Nadășului Formation gradually pass to:

b. - 0.5-1 m of slightly lithified greenish siltic clays; after a sharp boundary there follow marine deposits represented by:

c. - 0.5-0.8 m of coarse argillaceous sandstone with bioglyphes on the inferior surface of the bed, from which vertical burrows descend within the substratum,

d. - 0.5-0.7 m of fine argillaceous sand with layers of coaly material in the median part; the sands gradually pass through a strongly bioturbated sandstone to:

e. - 2 m of miliolidic bioclastic limestones, in their lower part rich in alveolinas (in places forming lumachelle agglomerations) and scutellinas; towards the upper part the limestones become more argillaceous and more fissil, containing numerous bioglyphes;

f. - 0.5 m of grey-greenish fine clay with a coal level in the median part; by this clay the alluvial, continental regime of the Valea Nadășului Beds is re-established,

g. - 2 m of grey-greenish medium-grained sands with cross-bedding that include a level of mud balls originated from the substratum;

h. - 2 m of unbedded, grey-greenish medium-grained sands;

i. - 3 m of red siltic clays of red beds type;

j. - 2 m of yellowish argillaceous sands;

k. - terrace gravels with a level of reworked red clays in the base.



Stratele c - e reprezintă secvența normal marină, intercalată în Formațiunea de Valea Nadășului (formațiune continentală), secvența pe care o desemnăm sub numele de Membrul Florești. Acest membru de 3-3,5 m grosime, caracterizat în principal printr-un calcar asemănător lito- și biofacial cu Calcarul de Viștea (=Calcar de Leghia) subiacent, materializează momentul unei scurte ingresiuni marine (cu ape euhaline), ingresiune care s-a desfășurat pe câmpia aluvială cu acumulare de argile roșii din Aria Gilău.

Conținutul paleontologic al Membrului Florești demonstrează că reprezentanții genurilor *Alveolina* și *Scutellina* persistă în bazin și după depunerea Formațiunii Calcarului de Viștea, fapt necunoscut până acum.

De menționat că în aflorimentul descris, depozitele Formațiunii de Valea Nadășului (inclusiv Membrul Florești) apar într-o alunecare în bloc în care stratele sunt foarte puțin deranjate (înclinare ușor diferită față de structura generală). Această alunecare veche, consolidată, este retezată de terasa pleistocenă a Someșului Mic. Cercetarea versantului sudic al Dealului Melcului (nord de Florești) ne-a permis să stabilim că Membrul Florești se situează în treimea inferioară a Formațiunii de Valea Nadășului, care în zonă măsoară peste 100 m grosime și este cuprinsă între Calcarul de Viștea în bază și Formațiunea de Jebucu, la partea superioară (fig).

Calcarele de tip Florești din Aria Gilău corespund probabil pachetului de cca 4 m calcare bioclastice lutacee cu miliolide și anomii (facies marin-salmastru), intercalat în Formațiunea de Turbuța de la Turbuța (Aria Meseș) și figurat de B. Popescu pe Harta geologică a României sc. 1:50.000, foaia Jibou (Rusu, Popescu, 1975).

The beds c - e that represent the true marine sequence intercalated in the Valea Nadășului Formation (continental formation); this sequence is designed as the Florești Member. This 3-3.5 m thick member, mainly characterized by a litho- and biofacially similar limestone to the underlying Viștea Limestone (=Leghia Limestone), indicates the moment of a short marine ingression (with euhaline waters); this ingression was developed on the alluvial plain with the accumulation of red clays from the Gilău Area.

The paleontological content of the Florești Member reveals that the representatives of the genera *Alveolina* and *Scutellina* persist in the basin also after the deposition of the Viștea Limestone Formation, a fact unknown so far.

It is to note that in the above-described outcrop the deposits of the Valea Nadășului Formation (the Florești Member inclusive) occur in a mass landslide, in which the beds are little disturbed (slightly different trend with respect to the general structure). This old, consolidated landslide is cut by the Pleistocene terrace of the Someșu Mic River. The investigation of the southern slope of Dealul Melcului (north of Florești) allowed us to establish that the Florești Member lies in the lower third of the Valea Nadășului Formation, which is over 100 m thick in this zone, being situated between the Viștea Limestone in the base and the Jebucu Formation at the top (Fig).

The Florești type limestones from the Gilău Area likely correspond to the ca. 4 m thick pile of lutaceous bioclastic limestones with miliolids and anomias (marine-brackish facies), intercalated in the Turbuța Formation at Turbuța (Meseș Area) and figured by B. Popescu on the Geologic Map of Romania, scale 1:50,000, Jibou Sheet (Rusu, Popescu, 1975).

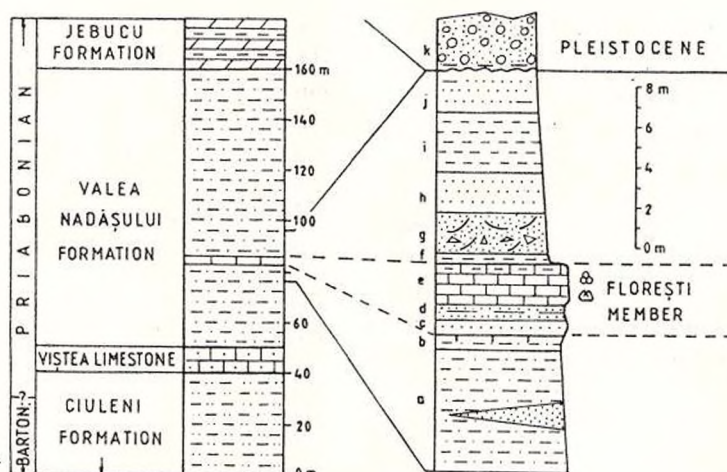


Fig. Secțiunea tip a Membrului Florești și poziția în succesiunea litostratigrafică locală.
Type section of Florești Member and position in the local lithostratigraphic succession.

**NOI DATE STRATIGRAFICE ASUPRA
DEPOZITELOR OLIGOCEN-MIOCEN INFERIOARE
DIN DEPRESIUNEA GETICĂ (LA VEST DE OLT)
NEW STRATIGRAPHIC DATA ON THE
OLIGOCENE-LOWER MIOCENE DEPOSITS
FROM THE GETIC DEPRESSION (WEST OF THE OLT RIVER)**

A. RUSU, M. MELINTE, G. POPESCU M. ȘTEFĂNESCU

Studiile asupra depozitelor oligocene și miocene inferioare efectuate la vest de Olt, pe văile Muereasca, Olănești și Cheia, au adus noutăți lito- și biostratigrafice semnificative.

Observațiile noastre au condus la separarea, în intervalul Oligocen-Miocen inferior, a șase formațiuni (în loc de cele patru cunoscute până acum) și anume: Conglomeratele de Cheia, Formațiunea disodilelor inferioare, Conglomeratele de Frâncești, Formațiunea de Pucioasa, Formațiunea de Muereasca și Formațiunea de Gura Văii.

1. *Conglomeratele de Cheia* reprezintă o formațiune ruditică situată între Marnele de Olănești în bază și Formațiunea disodilelor inferioare la partea superioară (Fig. 1). Aceste conglomerate au o răspândire mult mai redusă decât reiese din lucrarea publicată de B. Popescu et al. (1976), ele dispărând, după cum remarcase deja Gr. Popescu (1954), pe interfluviul dintre văile Olănești și Muereasca. Pe Harta geologică a României sc. 1:50.000, foaia Călimănești (B. Popescu et al., 1977) au fost trecute eronat drept Conglomerate de Cheia niște conglomerate mai noi, care pe Valea Muereasca și mai spre est se dezvoltă la partea superioară a Formațiunii disodilelor inferioare și suportă Formațiunea de Pucioasa (Fig. 1, 2).

Vârsta Conglomeratelor de Cheia a fost estimată indirect ca fiind rupelian inferioară, având în vedere faptul că formațiunile încadrante conțin nannoplanctonul zonelor NP21 și respectiv NP22.

2. *Formațiunea disodilelor inferioare* este alcătuită dintr-un pachet de peste 150 m grosime de roci terigene, caracterizat prin prezența "șisturilor disodilice" (argile foioase bituminoase), dispus peste Conglomeratele de Cheia sau acolo unde acestea lipsesc, direct peste Marnele de Olănești (Fig. 1, 2).

Această formațiune trece gradat la Formațiunea de Pucioasa suprajacentă în vestul regiunii cercetate și este acoperită de Conglomeratele de Frâncești de la Valea Muereasca spre est.

The studies of the Oligocene and Lower Miocene deposits carried out west of the Olt River on the Muereasca, Olănești and Cheia Valleys, provided significant new litho- and biostratigraphic data.

Our observations led to the separation within the Oligocene-Lower Miocene interval of six formations (instead of the four known so far) namely: the Cheia Conglomerates, the Lower Dysodile Formation, the Frâncești Conglomerates, the Pucioasa Formation, the Muereasca Formation and the Gura Văii Formation.

1. *Cheia Conglomerates* represent a ruditic formation situated between the Olănești Marls in the base and the Lower Dysodilic Formation at the top (Fig. 1). They are much less widespread than it was stated in the paper published by B. Popescu et al. (1976), disappearing on the interfluvium between the Olănești and Muereasca Valleys, as Gr. Popescu (1954) already mentioned. On the Geological Map of Romania scale 1:50,000, Călimănești Sheet (B. Popescu et al., 1977) erroneously appeared as Cheia Conglomerates some younger conglomerates which, on the Muereasca Valley and farther east, develop at the top of the Lower Dysodile Formation and underlie the Pucioasa Formation.

Taking into account the fact that the adjacent formations contain the nannoplankton of the NP21 and respectively NP22 zones, the age of the Cheia Conglomerates was indirectly estimated as Lower Rupelian.

2. *Lower Dysodile Formation* consists of an over 150 m thick pile of terrigenous rocks characterised by the presence of the "dysodilic" shales (bituminous fissile claystones) overlying the Cheia Conglomerates or, when these are lacking, directly the Olănești Marls (Figs. 1, 2).

This formation gradually passes to the Pucioasa Formation, superjacent in the western part of the investigated region and is overlain by the Frâncești Conglomerates from the Muereasca Valley eastwards.



Menționăm că Formațiunea disodilelor inferioare din zonă, descrisă de B. Popescu et al. (1976) la "Marnele de Pucioasa" a fost eronat inclusă cartografic la "Marnele de Olănești".

Asociațiile nannofloristice identificate au indicat prezența zonelor NP22 (partim), NP23 și NP 24 (bazal), corespunzând Rupelianului superior. Datorită frecvențelor remanieri, pentru trasarea zonelor a fost utilizată pe cât posibil prima apariție a speciilor index de nannoplankton calcaros. Limita dintre zonele NP22 și NP23 a fost trasată pe baza primei apariții a speciei cosmopolite *Helicosphaera recta* HAQ. În zona NP23 sunt de asemenea prezente specii endemice din Paratethys: *Transversopontis fibula* GHETĂ, *Reticulofenestra lockeri* MÜLLER și *Reticulofenestra ornata* (MÜLLER) GHETĂ.

La partea superioară a zonei NP22 se constată o scădere marcată a frecvenței nannofosilelor tipic marine (specii ale genului *Reticulofenestra*, *Chiasmolithus*, *holococcolite*) și apariția cu frecvență ridicată a speciilor ce suportă mari variații de salinitate (*Braarudosphaera bigelowii*, *Transversopontis pulcher*, *T. pulcheroides*). Acest moment corespunde cu debutul crizei oligocene a oxigenului din domeniul Paratethys (faza Protoparatethys).

Limita dintre zonele de nannofosile NP23/NP24 a fost trasată la partea terminală a Formațiunii disodilelor superioare sau acolo unde acestea sunt invadate de material ruditic, la partea terminală a Conglomeratelor de Frâncești (Fig. 2), pe baza apariției speciei *Sphenolithus ciperoensis* BRAMLETTE & SULLIVAN și *Helicosphaera obliqua* BRAMLETTE & WILCOXON.

În cadrul zonei NP23 este de remarcat prezența unor specii considerate ca având afinități boreale, aparținând genurilor *Helicosphaera* și *Pontosphaera*, precum și absența speciilor aparținând genului *Sphenolithus*, caracteristic apelor calde.

Investigațiile noastre nu au evidențiat prezența nici unui nivel calcaros echivalent cu Calcarul de Tylawa, nivel reper care în Carpații Orientali (Zona externă a flisului) este situat în cadrul zonei NP23 din "Orizontul" disodilelor inferioare (Melinte, 1989).

3. *Conglomeratele de Frâncești*, bine dezvoltate (circa 250 m grosime) pe Valea Muereasca, au fost denumite după satul Frâncești și definite ca entitate litostratigrafică în raportul nostru din 1994. Acestea erau atribuite anterior Conglomeratelor de Cheia (vezi B. Popescu et al., 1976, 1977). Atât poziția lor geometrică (peste Formațiunea disodilelor inferioare), cât și conținutul nannofloristic (zonele NP23 și NP24, corespunzătoare Rupelianului superior-Chatlianului inferior) al unor intercalații pelitice de tip disodilic, arată că aceste secvențe se situează la alt nivel stratigrafic

It is worth mentioning that the Lower Dysodile Formation from the zone, described by B. Popescu et al., (1976) in connection with the "Pucioasa type Marls", was erroneously mapped as the "Olănești Marls".

The identified nannoflora associations indicated the presence of the NP22 (partim), NP23 and NP24 (basal) zones, corresponding to the Upper Rupelian. Because of the frequent reworkings, in order to delimitate the zones, the first occurrence of the calcareous nannoplankton index species has been used as much as possible. The boundary between the NP22 and NP23 zones was placed at the first appearance of the cosmopolitan species *Helicosphaera recta* HAQ. Within the NP23 Zone endemic species for the Paratethys appear, as: *Transversopontis fibula* GHETĂ, *Reticulofenestra lockeri* MÜLLER and *Reticulofenestra ornata* (MÜLLER) GHETĂ.

In the upper part of the NP22 Zone a dramatic decrease of the typical marine nannofossils (species of the genera *Reticulofenestra*, *Chiasmolithus* as well as the *holococcoliths*) and the appearance, with a remarkable frequency of the species subjected to great variations in salinity (*Braarudosphaera bigelowii*, *Transversopontis pulcher*, *T. pulcheroides*) have been observed. This moment corresponds to the Oligocene oxygen crises in the Paratethys realm (Protoparatethys phase).

The boundary between the NP23/NP24 nannofossil zones is placed at the uppermost part of the Lower Dysodile Formation, or where these are invaded by ruditic material, at the uppermost part of the Frâncești Conglomerates (Fig. 2), at the first occurrence of the species *Sphenolithus ciperoensis* BRAMLETTE & SULLIVAN and *Helicosphaera obliqua* BRAMLETTE & WILCOXON.

Within the NP23 Zone it is to note the presence of some species considered to have boreal affinities, belonging to the genera *Helicosphaera* and *Pontosphaera* and the absence of the genus *Sphenolithus*, characterised the warm water.

Our investigations did not point out any calcareous level equivalent to the Tylawa Limestone, an important marker in the Eastern Carpathian Flysch, situated within the NP23 Zone, from the "Horizon" of the Lower Dysodiles (Melinte, 1989).

3. *Frâncești Conglomerates*, well developed (almost 250 m thick) on the Muereasca Valley, were given the name of the Frâncești Village and defined as a lithostratigraphic entity in our report for 1994. They have been previously assigned to the Cheia Conglomerates (see B. Popescu et al., 1976, 1977). Both their geometric position (above the Lower Dysodile Formation) and the nannoplankton content of some pelitic intercalations of dysodile type (the zones NP23 and NP 24 from the Upper Rupelian-Lower Chattian interval) in-



decât Conglomeratele de Cheia din secțiunea tip.

Conglomeratele de Frâncești reprezintă de fapt un membru local al Formațiunii disodilelor inferioare, pe când Conglomeratele de Cheia constituie o formațiune de sine stătătoare.

4. *Formațiunea de Pucioasa* este predominant pelitică. Aspectul litologic caracteristic este dat de argilele cenușii-negrice, cu pelicule nisipoase și efflorescențe de sulf.

Această formațiune se dispune peste Formațiunea disodilelor inferioare sau peste Conglomeratele de Frâncești (pe Valea Muereasca) și suportă în discordanță simplă Formațiunea de Muereasca.

La partea inferioară a acestei formațiuni a fost identificat un calcar laminitic algal de tip Jaslo.

De la partea superioară a acestei formațiuni provine cunoscuta faună de moluște marine a lui Hristescu (1944), faună de tip egerian (Moiescu, 1987). Punctul fosilifer este situat în cuprinsul zonei de nannoplanton NP25-Chattian superior (Fig. 2).

În ceea ce privește nannoflora, a putut fi stabilită prezența zonelor NP24 și NP25 (Rupelian terminal-Chattian). Limita dintre cele două zone a fost trasată pe baza primei apariții a speciei *Pontosphaera enormis* LOCKER.

Trebuie de asemenea semnalată explozia nannofloristică identificată la nivelul calcarului laminitic tip Jaslo, a speciilor *Reticulofenestra ornata* (MÜLLER) GHETA și *Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY) BUKRY. Prin conținutul de nannoplanton calcaros și poziția lui stratigrafică acest nivel se poate corela cu Calcarul de Jaslo din Carpații Orientali, din cele două faciesuri ale Oligocenului din Pânza de Tarcău (faciesul de Pucioasa cu gresii de tip Fusaru și faciesul bituminos cu gresii de tip Kliwa).

Calcarul de Jaslo identificat pe Valea Muereasca reprezintă apariția cea mai sud-vestică a acestui calcar coccolitic din Carpați.

5. *Formațiunea de Muereasca* se dispune discordant peste Formațiunea de Pucioasa și suportă Formațiunea de Gura Văii. Ea debutează cu un nivel de breccii, peste care urmează depozite alcătuite din gresii subțiri, stratificate, marne și argile cenușii, cu calcare sideritice intercalate pe toată grosimea formațiunii, precum și cu intercalații de lentile carbunoase la partea superioară.

Partea inferioară a formațiunii conține o bogată faună marină – euhalină de moluște (Moiescu, 1987), cu evidente afinități cu faunele eggenburgiene ale Paratethysului central.

Partea superioară a formațiunii a furnizat o faună salmastră de moluște, speciile identificate având o largă distribuție stratigrafică.

dicăte that this sequence is situated at another stratigraphic level than the Cheia Conglomerates from the type section.

The Frâncești Conglomerates represent in fact a local member of the Lower Dysodile Formation, while the Cheia Conglomerates constitute an independent formation.

4. *Pucioasa Formation* is dominantly pelitic. The characteristic litological aspect is determined by the blackish grey clays with thin sandy layers and sulfur efflorescences.

This formation overlies the Lower Dysodile Formation or the Frâncești Conglomerates (on the Muereasca Valley) and underlies in disconformity the Muereasca Formation.

A Jaslo type, algal laminitic limestone was identified in the lower part of this formation.

In the upper part of the formation a marine mollusc fauna (Hristescu, 1944) of Egerian type (Moiescu, 1987) occurs. The fossiliferous site is situated in NP25 calcareous nannoplanton Zone-Upper Chattian (Fig. 2).

Concerning the nannoflora, the presence of the NP24 and NP25 zones (Uppermost Rupelian-Chattian) was established. The boundary between the two zones was placed on the basis of the first occurrence of the species *Pontosphaera enormis* LOCKER.

One should also point out the nannofloral bloom of the species *Reticulofenestra ornata* (MÜLLER) GHETA and *Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY) BUKRY, identified at the level of the Jaslo type laminitic limestone. By its calcareous nannoplanton content and its stratigraphic position this level can be correlated with the Jaslo Limestone from the East Carpathians, from the two Oligocene facies of the Tarcău Nappe (the Pucioasa facies with Fusaru type sandstones and the bituminous facies with Kliwa type sandstones).

The Jaslo Limestone identified on the Muereasca Valley represents the south-westernmost occurrence of this coccolithic limestone from the Carpathians.

5. *Muereasca Formation* unconformably overlies the Pucioasa Formation and underlies the Gura Văii Formation. It begins with a breccia level, overlain by deposits consisting of thin bedded sandstones, grey marls and clays with sideritic limestones interbedded through the entire thickness of the formation as well as with coal lenses interbedded at the upper part.

The lower part of the formation contains a rich marine-euhaline mollusc fauna (Moiescu, 1987) showing obvious affinities with the Eggenburgian faunas of the central Paratethys.

The upper part of the formation furnished a brackish water molluscan fauna. The identified species have a

Din intercalațiile pelitice de la partea inferioară a Gresiilor de Muereasca au fost identificate specii: *Globigerina praebulloides* BLOW și *Globigerinoides triloba* (Rss.), împreună cu *Cribrononion dollfusi* (CUSH.). Asociația, săracă în specimene, aparține zonelor de foraminifere planctonice N4-N5 (Aquitanian-Burdigalian inferior) și ar putea fi corelată cu cea identificată în Formațiunea de Coruș, în nord-vestul Transilvaniei.

Pe baza conținutului nannofloristic au fost identificate zonele: NP25 (Chattian superior), NN1 (Aquitanian inferior) – trasată pe baza primei apariții a speciilor *Helicosphaera scissura* MÜLLER și *H. mediterranea* MÜLLER, precum și NN2 (Aquitanian superior-Burdigalian) – trasată pe baza primei apariții a speciilor *Reticulofenestra pseudumbilica* s.s. GARTNER (partea inferioară a zonei) și *Helicosphaera ampliaperta* BRAMLETTE & WILCOXON (partea superioară a zonei).

Este unul din puținele locuri din domeniul carpatic în care zonele de foraminifere planctonice și zonele de nannoplankton din apropierea limitei Oligocen-Miocen concordă.

În ceea ce privește nannoflora, absența sa din unele nivele studiate sau prezența unor forme de talie mult mai mică decât normală ar indica existența unor episoade salmastre, restrictive pentru dezvoltarea acestui grup de organisme.

Menționăm de asemenea prezența frecventelor remanieri de nannoplankton calcaros din Cretacic, Paleocen, Eocen și Oligocen.

6. *Formațiunea de Gura Văii*, separată și descrisă de Hristescu (1944) sub denumirea de "Seriă de Gura Văii" este constituită dintr-o alternanță de pelite (marne și argile cenușii) și arenite (gresii grosiere, micacee).

Pe Valea Muereasca a fost remarcată, la partea inferioară a acestei formațiuni, prezența a două nivele de tufuri: un tuf grosier cu biotit de 75 cm, peste care, la 2,5 m mai sus urmează două intercalații de 1,5 m și respectiv 1,2 m de tufuri albe, dacitice.

Ultimele ar corespunde, din punct de vedere petrografic și ca vârstă, Tufurilor de Bătrâni, din Zona flișului extern de la curbura Carpaților Orientali (Ștefănescu et al., 1992).

Bogata asociație nannofloristică identificată din pelitele subiacente acestor tufuri a indicat existența zonei NN2b (prezența în asociație a speciilor *Reticulofenestra pseudumbilica* și *Helicosphaera ampliaperta*), zonă ce corespunde intervalului Burdigalian inferior.

wide stratigraphic distribution.

In the pelite intercalations from the lower part of the Muereasca Sandstone, *Globigerina praebulloides* BLOW and *Globigerinoides triloba* (Rss.), together with *Cribrononion dollfusi* (CUSH.) were recorded. The assemblage, poor in specimens, belongs to the N4-N5 foraminifera zones (Aquitanian-Lower Burdigalian) and it should be correlated with that found in the Coruș Formation from north-western Transylvania.

Based on the nannofloral content the following zones were identified: NP25 (Upper Chattian), NN1 (Lower Aquitanian) – established on the basis of the first occurrence of the species *Helicosphaera scissura* MÜLLER and *H. mediterranea* MÜLLER, as well as NN2 (Upper Aquitanian-Lower Burdigalian) – which the lower part is characterised by the first occurrence of the species *Reticulofenestra pseudumbilica* s.s. GARTNER and the upper part by the first occurrence of the species *Helicosphaera ampliaperta* BRAMLETTE & WILCOXON.

This is one of the few places from the Carpathian Domain where the planktonic foraminifera and the nannoplankton zones are in good agreement nearby the Oligocene-Miocene boundary.

Concerning the nannoflora, its absence from many of the investigated levels or the presence of some smaller than normal sized specimens would indicate the existence of a brackish episode, restrictive for the development of this group of organisms.

It is to mention also the presence of the frequent calcareous nannoplankton reworkings from the Cretaceous, Paleocene, Eocene and Oligocene.

6. *Gura Văii Formation*. Separated and described by Hristescu (1944) as the "Gura Văii Series" it consists of pelites (grey marls and clays) and arenites (coarse, micaceous sandstone).

The presence of two tuff levels was noticed on the Muereasca Valley in the lower part of this formation as follows: a 75 cm coarse biotit tuff, above which, some 2.5 m stratigraphic higher there are two white dacitic interbedded tuffs (1.5 m and respectively 1.2 m). In respect with the petrography and the age, the former two tuffs correspond to the Bătrâni Tuffs from the East Carpathians Flysch Bend (Ștefănescu et al., 1992).

The rich nannofloral association (with *Reticulofenestra pseudumbilica* and *Helicosphaera ampliaperta*) identified in the pelites underlying these tuffs indicate the presence of the NN2b zone (Lower Burdigalian).



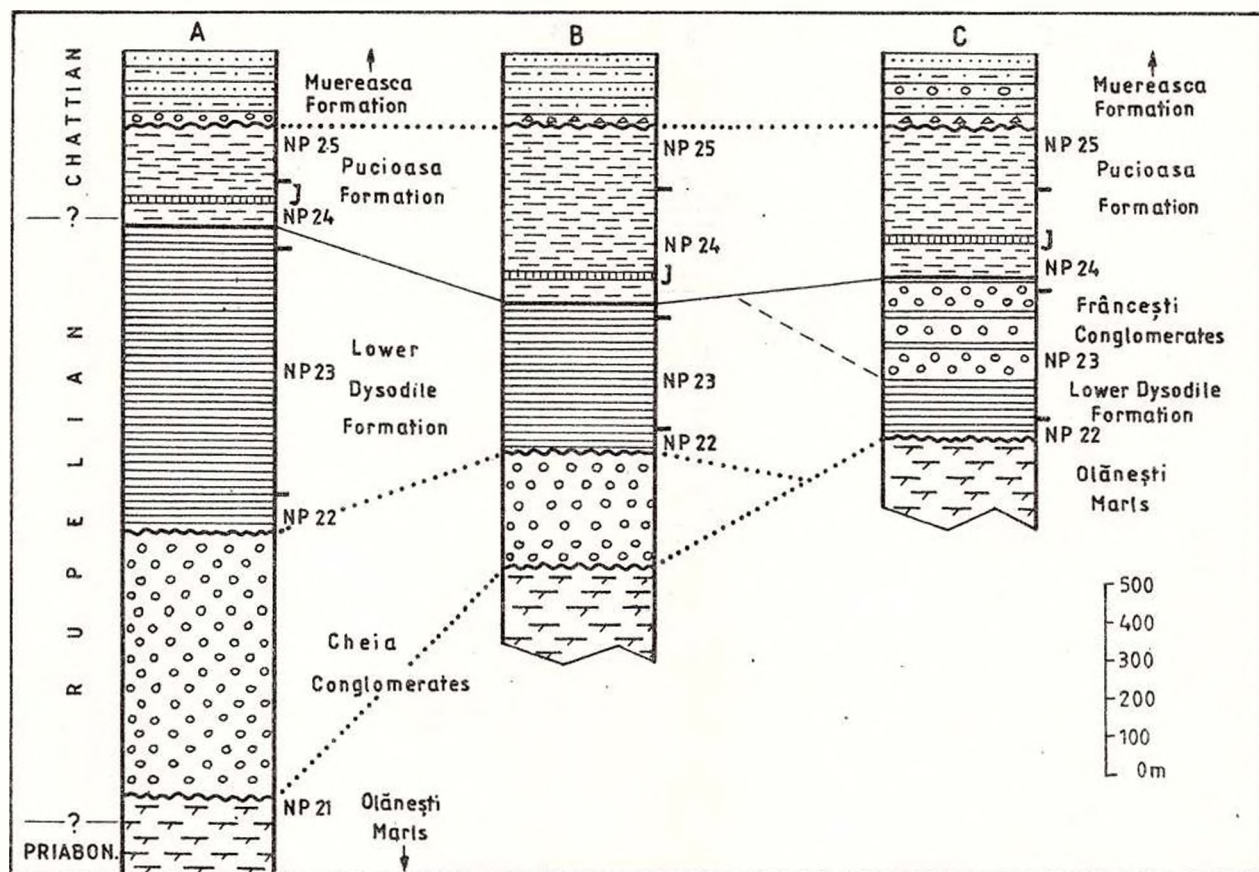


Fig. 1 – Corelarea formațiunilor oligocene de pe văile Cheia (A), Olănești (B) și Muereasca (C) – Depresiunea Getică. J-Calcarul de Jaslo.

Correlation of the Oligocene formations on the Cheia (A), Olănești (B) and Muereasca (C) Valleys – Getic Depression. J-Jaslo Limestone.

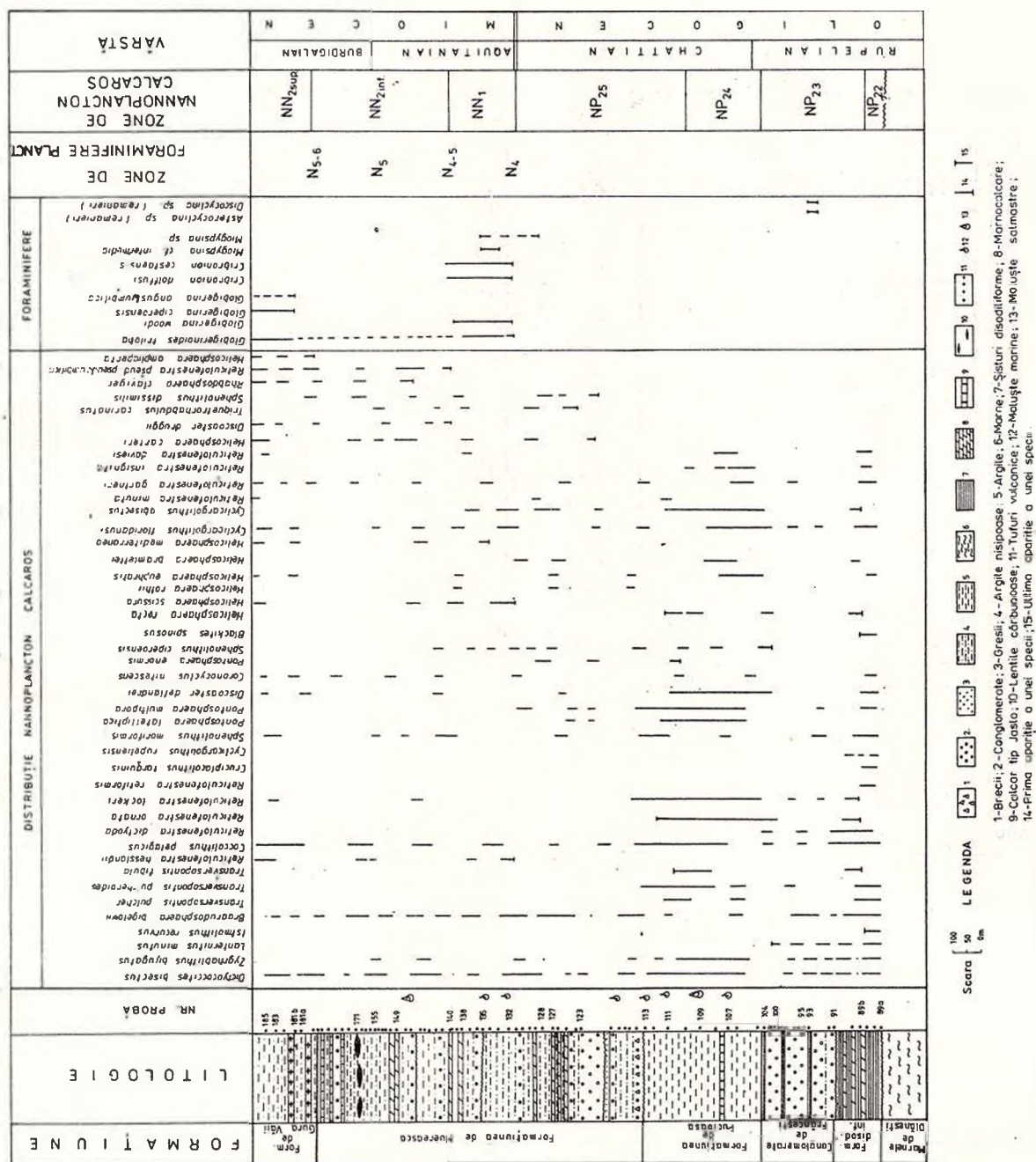


Fig. 2. - Biostratigrafia depozitelor Oligocen-Miocen inferioare de pe Valea Muereasca.

Biostratigraphy of the Oligocene-Lower Miocene deposits on the Muereasca Valley.

- 1 - Breccias; 2 - Conglomerates; 3 - Sandstones; 4 - Sandy clays; 5 - Clays; 6 - Marls; 7 - Dysodiolitic Shales; 8 - Marly limestones; 9 - Jasio type limestone; 10 - Caol lenses; 11 - Volcanic tuffs; 12 - Marine molluscs; 13 - Brackish molluscs; 14 - First occurrence of species; 15 - Last occurrence of species.



GRESII CRETACICE ȘI TERȚIARE DIN BAZINUL BÂSCA CHIOJDULUI (FLIȘUL EXTERN AL CARPAȚILOR ORIENTALI) CRETACEOUS AND TERTIARY SANDSTONES FROM THE BÂSCA CHIOJDULUI BASIN (EASTERN CARPATHIANS FLYSCH BEND)

M. MELINTE, I. BĂCEANU

Depozitele studiate din Bazinul Bâsca Chiojdului aparțin Moldavidelor (sensul Săndulescu, 1984).

Din arealul mai sus menționat două tipuri de gresii au fost descrise, până în prezent: Gresia de Fusaru și o gresie masivă, conglomeratică (Popescu, 1958), ambele fiind considerate ca aparținând Pânzei de Tarcău (prima din Faciesul Marnelor de Pucioasa cu gresii de Fusaru, cea de-a doua, din Faciesul de Slon).

Activitatea de cartare din cadrul Foi Bâsca Chiojdului, sc. 1:50.000 a evidențiat că gresiile mai sus amintite au vârste diferite, aparținând Miocenului inferior (Burdigalianului inferior), Oligocenului superior (Chattian) și Cretacului superior (Maastrichtian inferior) și de asemenea unor unități tectonice diferite.

Gresia de Fusaru (Popescu-Voitești, 1911)

A fost identificată în Faciesul Marnelor de Pucioasa cu gresii de Fusaru (Pânza de Tarcău). La est de valea Porcarului (Fig.), au fost identificate trei intercalații de gresii masive tip Fusaru, cu grosimi cuprinse între 50–120 de metri. Gresiile sunt micacee, cenușii sau alterate gălbui, cu un ciment argilos. La partea superioară aceste gresii prezintă o structură ușor convolută. În baza lor au fost identificate microconglomerate subțiri (20–40 cm), cu dezvoltare lenticulară. Aceste microconglomerate au în componența lor elemente de cuarț, fragmente de șisturi cristaline și elemente de calcare sideritice înglobate într-un ciment argilos. Frecvența gresiilor masive descreește gradat de la vest spre est, fiind înlocuite de un fliș grezos.

În valea Bătrâneasca (Fig.), au fost identificate trei intercalații de calcare laminitice tip Jaslo. Una dintre ele este plasată în baza gresiei masive, celelalte două fiind intercalate în gresia masivă de tip Fusaru.

Vârsta gresiei de Fusaru a fost stabilită pe baza nanoflorei identificată în pelitele cenușii-negricioase intercalate în gresie.

Baza Gresiei de Fusaru este situată în zona de nannoplanton NP24 (din zona lui Martini, 1971), - Chattian inferior (partea superioară), în timp ce partea terminală aparține subzonei NP25 a (zona Melinte, 1995), Chattian superior (partea inferioară).

The deposits of the Bâsca Chiojdului Basin belong to the Moldavian Nappes (sensu Săndulescu, 1984).

From the above mentioned area two types of oligocene sandstones, Fusaru Sandstone and a conglomeratic massive sandstone have been described (Popescu, 1958), both considered to belong to the Tarcău Nappe (the former to the Pucioasa Marls with Fusaru Sandstone Facies and the later to the Slon Facies).

The mapping activity for the Bâsca Chiojdului Sheet of the Geological Map of Romania, sc. 1:50,000, pointed out that the sandstones from this area are not only Oligocene, but they are different in age and more than this they belong to different tectonic units.

The Fusaru Sandstone (Popescu-Voitești, 1911)

It has been identified within the Pucioasa Marls with Fusaru Sandstone Facies (Tarcău Nappe). Three intercalations of massive Fusaru Sandstone, with thickness between 50–120 m were identified, eastward of Porcarului Valley.

The sands are micaceous, grey or yellowish altered, with a clayey-limey cement. At their upper part they show an inner structure slightly convolute. Some thin microconglomerates (20–40 cm), with a lenticular development were identified from the base of this sandstone. In the microconglomerates with a clayey cement are included quartz grains, as well as crystalline schists and white sideritic limestones. The frequency of the massive sandstones gradually decreased from the west to the east, where they are replaced by a sandy flysch.

From the Bătrâneasca Valley three laminitic limestones Jaslo type intercalations have been identified. One of them is located at the base of the massive sandstones, while the other two are intercalated in.

The age of the Fusaru Sandstone has been established based on the nanoflora identified in the centimetric grey-blackish pelites intercalated in the massive sandstones.

The base of the Fusaru Sandstone belongs to the NP24 nanofossil zone (Martini's Zonation, 1971) - upper Lower Chattian, while the top belongs to the NP25 a (Melinte's Zonation, 1995) - lower Upper Chattian.



Este de menționat că toate nivelele de calcare laminitice tip Jaslo sunt situate în zona de nannoplanton NP24, în ele fiind observată o abundență remarcabilă a speciilor *Cyclicargolithus floridanus* și *Reticulofenestra ornata*.

Gresia de Bâscioara (Melinte și Băceanu, 1995)

Gresia de pe valea Bâscioara (Bâsca Mică) a fost descrisă de Popescu (1958) ca fiind o gresie conglomeratică, masivă, aparținând, în accepția autorului, Faciesului de Slon (brecii sedimentare, klippe sedimentare intercalate în intervalul Oligocen-Miocen inferior, în partea internă a Pânzei de Tarcău).

Studiile noastre au evidențiat că Gresia de Bâscioara se dispune concordant peste partea superioară a formațiunii de Vinețușu. Este de remarcat că în secțiunea văii Bâscioara, la 20 de m sub baza acestei gresii, au fost identificate, în Formațiunea de Vinețușu, două intercalații de bentonite (ce ar putea proveni prin procese de argilizare a unor tufuri preexistente – Tuful de Vinețușu și Tuful de Mlăcile, Ștefănescu et al., 1993).

Aceste tufuri au fost întâlnite și în alte secțiuni din zona Flișului extern de la curbura Carpaților Orientali, la partea inferioară a Formațiunii de Vinețușu.

Pe baza nannoplantonului calcaros, în baza Tufului de Vinețușu a fost trasată limita Oligocen/Miocen (Melinte, 1993).

Gresia de Bâscioara este masivă, cenușie-negricioasă, cu nivele de microconglomerate în bază, constituite din elemente de șisturi cristaline și calcare sideritice, similare cu cele identificate în Gresia de Fusaru.

Este posibil ca sursa materialului din Gresia de Bâscioara să fie internă, la fel ca și a Gresiei de Fusaru.

La partea superioară a Gresiei de Bâscioara au fost identificate intercalații centimetrice de pelite disodiliforme.

Asociațiile nannofloristice prezenta în pelitele intercalate în această gresie au evidențiat prezența părții superioare a zonei de nannoplanton NN2, corespunzătoare Aquitanianului superior-Burdigalianului inferior.

În arealul de dezvoltare al Gresiei de Bâscioara, s-a observat că Formațiunea disodilelor superioare lipsește. Acest fapt, corelat cu vârsta (Burdigalian inferioară) conduce la concluzia că Gresia de Bâscioara, probabil, înlocuiește partea superioară a Formațiunii de Vinețușu și Formațiunea disodilelor superioare.

Gresia de Bâscioara este acoperită discordant de Gipsul inferior.

Gresia de Malăiștea (Ștefănescu, 1978)

La vest de valea Porcarului, Popescu (1958) a descris în Vârful Gămălia, o gresie masivă, microconglomeratică, foarte asemănătoare cu cea prezentă în secțiunea văii Bâscioara, în partea internă a Faciesului de Slon.

It is to emphasize that all the laminitic Jaslo type limestones are situated in the NP24 nannofossil Zone (lower Upper Chattian). *Cyclicargolithus floridanus* and *Reticulofenestra ornata* blooms have been identified.

The Bâscioara Sandstone (Melinte and Băceanu, 1995)

The sandstone from the Bâscioara Valley (Bâsca Mică) was described (Popescu, 1958) as an oligocene conglomeratic massive sandstone, which belongs to the Slon Facies (a redeposited pelitic material, sedimentary breccia and sedimentary klippen interlayered at different Oligocene-Lower Miocene levels, in the innermost part of the Tarcău Nappe).

Our studies pointed out that the Bâscioara Sandstone conformably overlies the upper part of the Vinețușu Formation. It is to mention that, in the Bâscioara Valley section, 20 m below Bâscioara Sandstone bottom, two intercalations of bentonites have been identified within the Vinețușu Formation. These bentonites (Vinețușu and Mlăcile Tuffs, fide Ștefănescu et al., 1993) were observed in other sections from the lower part of the Vinețușu Formation and based on nannoflora, the Oligocene/Miocene boundary is situated just below the Vinețușu tuff (Melinte, 1993).

The Bâscioara Sandstone is massive, grey-blackish, microconglomeratic with quartz, crystalline schists and sideritic limestones grains, similar to those recorded from the microconglomerates from the Fusaru Sandstone. It is probably that the source of the material from the Bâscioara Sandstone is inner, as well as from the Fusaru Sandstone.

It is to mention that thin intercalations of pelites dysodilic type have been observed within the massive sandstone. All the nannoflora associations identified from these pelites are situated in the NN2 calcareous nannoplankton zone – Martini's zonation, 1971 (Upper Aquitanian-Lower Burdigalian).

In the area where the Bâscioara Sandstone developed the Upper Member of Dysodilic Shales did not occur.

This fact, correlated with the age (Lower Burdigalian) allows us to conclude that the Bâscioara Sandstone locally replaced the upper part of the Vinețușu Formation as well as the Upper Member of the Dysodilic shales.

The Bâscioara Sandstone is unconformably overlaid by the Lower Gypsum.

The Malăiștea Sandstone (Ștefănescu, 1978)

West of the Porcarului Valley, Popescu (1958) identified in the Gămălia Hill the same oligocene massive sandstone from the Slon Facies, as was already described. This conclusion is proved by the above mentioned author based on the presence of the red pelites



Studiile noastre au evidențiat că această gresie este complet diferită de celelalte episoade arenitice ce afloră în bazinul văii Bâscioara.

Gresia din Vârful Gămălia este fină, cenușie-albicioasă, cu muscovit și biotit. Nu au fost identificate niveluri de microconglomerate. Pelitele roșii intercalate la partea inferioară a gresiei masive au fost atribuite Cretacului superior (Maastrichtian inferior), pe baza conținutului de nannoplancton calcaros (zona CC24 din zonarea lui Sissingh, 1977).

Gresia descrisă mai sus este o gresie tip Mălăiștea, gresie ce a fost identificată în sud-vestul zonei flișului extern de la curbura Carpaților Orientali, la partea superioară a Pânzei Argilelor Rubanate (Ștefănescu, 1971).

Este de reținut că în bazinul Bâsca Chiojdului, cercetările noastre au evidențiat și prezența Seriei Argilelor Rubanate, considerată de Ștefănescu (1970) ca fiind în baza Pânzei Argilelor Rubanate.

În concluzie, în bazinul Văii Bâsca Chiojdului au fost identificate Gresia de Bâscioara (Burdigalian inferior), Gresia de Fusaru (Chattian), ambele aparținând Pânzei de Tarcău, precum și Gresia de Mălăiștea (Maastrichtian inferior) din Pânza Argilelor Rubanate.

from the base of the sandstone, pelites which frequently occur within the Slon Facies.

Our studies pointed out that this sandstone is completely different from the other arenites outcropping from the Bâscioara Basin. The sandstone in the Gămălia Hill is massive, soft, grey-whitish, with muscovite and biotit. No microconglomerate levels have been identified. The red pelites interbedded from the lower part of the massive sandstone are Upper Cretaceous (Lower Maastrichtian) in age, according to the calcareous nannoplankton assemblages identified (CC24 zone from Sissingh's zonation, 1977).

In our opinion the sandstone from Gămălia Hill is Mălăiștea type, described as the youngest member of the Variegated Clays Nappe (Ștefănescu, 1971).

It is to mention that in the Bâsca Chiojdului basin we also identified the oldest member of the Variegated Clays Nappe (the Variegated clays Series, sensu Ștefănescu, 1970) as the eastern appearance of this tectonic unit.

In conclusion, the identified sandstones from the Bâsca Chiojdului Basin are different in age. The Fusaru Sandstone (Chattian in age) intercalated in the Pucioasa Marls and the Bâscioara Sandstone (Late Aquitanian-Early Burdigalian in age) both belong to the Tarcău Nappe. The Mălăiștea Sandstone (Early Maastrichtian in age) belongs to the Variegated Clays Nappe.

References

- Melinte, M. (1993) Contribuții la stabilirea limitei Oligocen-Miocen în Pânza de Tarcău din Bazinul Văii Buzăului, pe baza asociațiilor de nannoplancton calcaros. *Rom. Journ. of Stratigraphy*, 75, p. 91-97, București.
- , (1995) Changes in the nannofossil assemblages during the Oligocene-Lower Miocene interval in the Eastern Carpathians and Transylvania. *Rom. Journ. of Stratigraphy*, 76/7, Abstracts of the Xth RCMNS, p. 171-173.
- Popescu, Gr. (1958) Contribuții la stratigrafia flișului cretacic și paleogen dintre V. Prahovei și V. Buzăului, cu privire specială asupra V. Telcajenului. *St. cerc. geol.*, Acad. R.P.R., III, p. 3-4, București.
- Ștefănescu, M. (1971) Structura geologică a regiunii dintre valea Talei și Valea Ialomiței. *D.S. Inst. Geol.*, LVII, București.
- (1978) Stratigrafia și structura flișului cretacic și paleogen dintre V. Prahovei și V. Ialomiței. Teza de doctorat, Universitatea București.

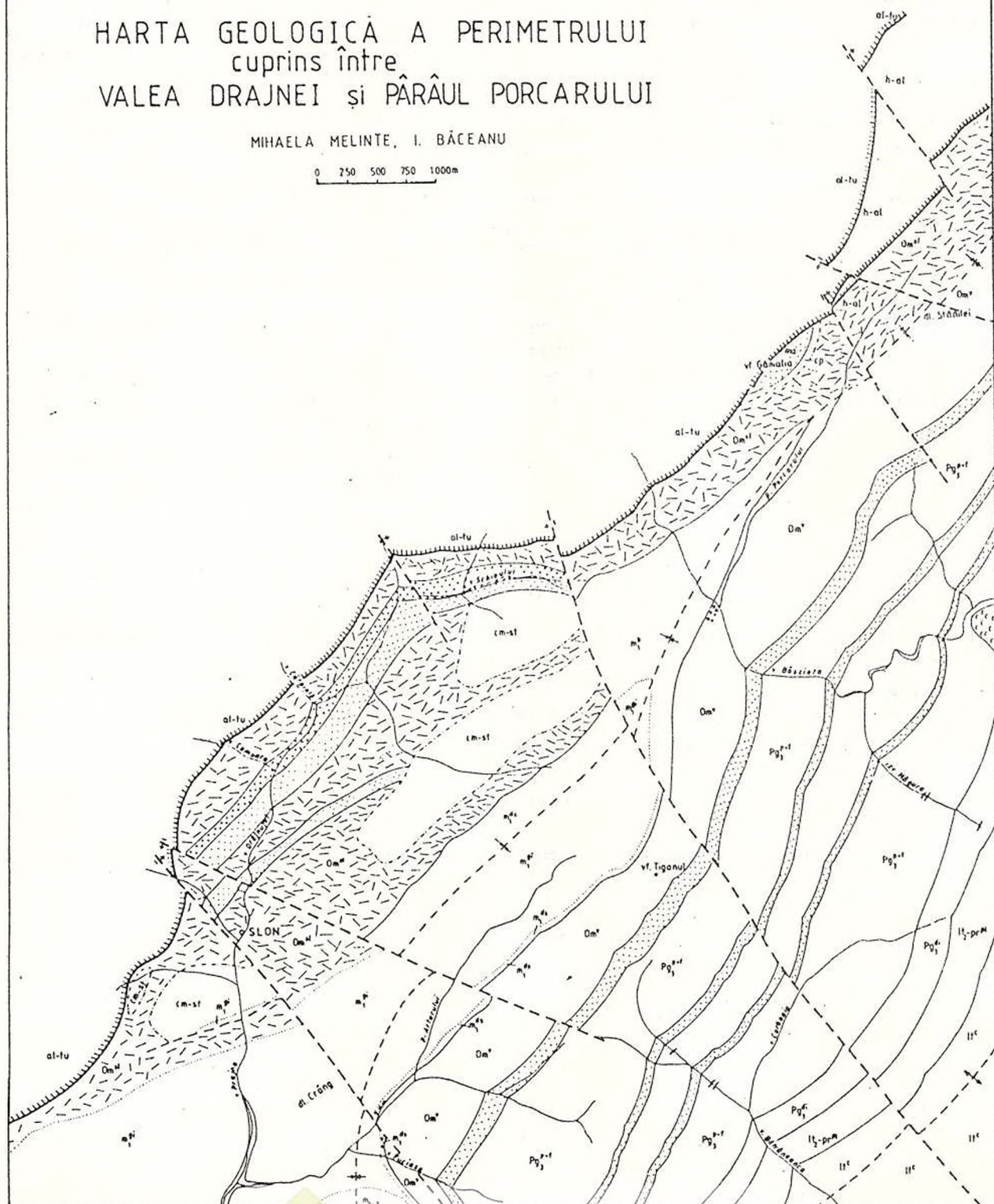


GEOLOGICAL MAP BETWEEN DRAJNEI AND PORCARULUI VALLEYS

HARTA GEOLOGICĂ A PERIMETRULUI cuprins între VALEA DRAJNEI și PÂRÂUL PORCARULUI

MIHAELA MELINTE, I. BĂCEANU

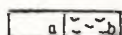
0 250 500 750 1000m



Institutul Geologic al României

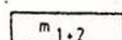
LEGEND

QUATERNARY



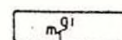
Alluvial deposits (a); Slides (b)

TARCAU NAPPE

MIDDLE MIOCENE
LOWER MIOCENE

Dăbâna Molasse

LOWER MIOCENE



Lower Gypsum

LOWER MIOCENE

Upper Dysodite Shales (mt_1^s), Tufts (b)Băciocara Sandstone (m_1^b)Vinețu Formation (Om_v), Tufts (a)Sion Facies (Om^s), Microconglomeratic Sandstones (a),

Pucioasa Beds + Fusaru Sandstones (b), Breccias (c)

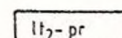
Pucioasa Beds with Fusaru Sandstones (Pg_3^{s+}); Massive Sandstones (a),Lower Dysodite Shales (Pg_3^d), Tyrava Shales (a) Jaslo Limestones (b)

OLIGOCENE

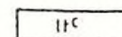
PRIABONIAN

UPPER LUTETIAN

LUTETIAN



Plopu Formation



Ciungel Facies

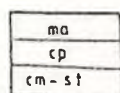
VARIEGATED CLAYS NAPPE

MAASTRICHTIAN

CAMPANIAN

SANTONIAN

CENOMANIAN



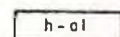
Mădărea Massive Sandstones

} Variegated Clays Series

AUDIA NAPPE

ALBIAN

HAUTERIVIAN

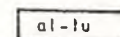


Black Shales Series

MACLA NAPPE

TURONIAN

ALBIAN



MacLa Series

Geological boundary

Unconformity

Olisthoth limit

Fault

Faulted anticline

Faulted syncline

Overthrusting



VÂRSTA PÂNZELOR DE ȘARIAJ CU EPIMETAMORFITE ALE GRUPULUI TULGHEȘ ÎN RAPORT CU MASIVUL ALCALIN DITRĂU (CARPAȚII ORIENTALI) THE AGE OF THE OVERTHRUST NAPPE WITH EPIMETAMORPHICS OF THE TULGHEȘ GROUP RELATED TO THE DITRĂU ALKALINE MASSIF (EAST CARPATHIANS)

M. MUREȘAN

În partea sudică a zonei cristalino-mezozoice, din Carpații Orientali, s-au evidențiat mai multe pânze de șariaj cu metamorfite, a căror succesiune (de sus în jos) și conținut sunt redată mai jos:

1. *Pânza de Rarău* (grupul Bretila și grani-toidele de Hăghimaș- ambele entități , cu caracter mezometamorfic, revin Precambrianului; metamor-fitele suportă depozitele triasic-cretacic inferioare din Munții Hăghimașului);

2. *Pânza de Bălan* (epimetamorfite terigene din formațiunea Tg₃ a grupului Tulgheș, de vârstă cam-briană), evidențiată recent de Kräutner et al. (1990, 1991);

3. *Pânza de Belcina* (epimetamorfite terigene din formațiunea Tg₄, a grupului Tulgheș și corpul por-firoidelor de Mândra, intrus premetamorfic în această entitate);

4. *Pânza de Sadocut* (secvență din termenul Tg₃, cu două nivele de roci porfirogene, separate prin roci terigene);

5. *Pânza de Șumuleu* (epimetamorfite terigene din formațiunea Tg₄);

6. *Pânza cuarțitelor negre cu mangan* (roci cuarțoase din formațiunea Tg₂ și Tg₁ ?);

7. *Pânza de Pietrosu Bistriței* (formațiuni terigene mezometamorfice din grupul Negrișoara și porfiroide-lor de Pietrosu Bistriței, intruse premetamorfic în aces-tea), evidențiată în Carpații Orientali de Balintoni și Gheuca (1977, 1978);

8. *Pânza de Rodna* (mezometamorfite - roci carbo-natice și micașisturi ale grupului Rebra, de vârstă pre-cambriană, care suportă rocile filitoase ale formațiunii de Izvorul Mureș, atribuită carboniferului inferior);

9. *Unitatea de Tomești* (roci ale grupului Bretila și cuvertura lor permiană, triasică și jurasică).

Șariajul dintre ultimele două unități , implicând și depozite mezozoice, este alpin (austriac, cf. Săndulescu, 1967, 1968, 1975). După Săndulescu (1975), stiva

Several overthrust nappes with metamorphics were pointed out in the southern part of the East Carpathi-ans Crystalline-Mesozoic Zone, the succession (from top to bottom) and content of which are presented be-low:

1. *The Rarău Nappe* (Bretila Group and the Hăghimaș Granitoids – both entities of mesometamor-phic character belong to the Precambrian). These metamorphic entities underlie the Triassic-Lower Cre-taceous deposits from the Hăghimaș Mountains.

2. *The Bălan Nappe* (terrigenous epimetamorphics from the Tg₃ Formation of the Tulgheș Group, Cam-brian in age), recently pointed out by Kräutner et al. (1990,1991).

3. *The Belcina Nappe* (terrigenous epimetamorphics from the Tg₄ Formation of the Tulgheș Group and the body of the Mândra Porphyroids, premetamorphically intruded in this entity).

4. *The Sadocut Nappe* (sequence from the Tg₃ term, with two levels of, separated by terrigenous rocks).

5. *The Șumuleu Nappe* (terrigenous epimetamor-phics from the Tg₄ Formation).

6. *The Manganese Black Quartzite Nappe* (quartz rocks from the Tg₂ and Tg₁ ? Formations);

7. *The Pietrosu Bistriței Nappe* (mesometamorphic terrigenous formations from the Negrișoara Group and the Pietrosu Bistriței Porphyroids, remetamorphically intruded in these), pointed out in the East Carpathians by Balintoni and Gheuca (1977, 1978).

8. *The Rodna Nappe* (mesometamorphics – carbon-atic rocks and mica-schists of the Precambrian Rebra Group – that underlie the phyllites rhyolites and rhy-olitic tuffs of the Izvorul Mureș Formation, assigned to the Lower Carboniferous);

9. *The Tomești Unit* (rocks of the Bretila Group and their Permian and Jurassic cover).

The overthrust between the last two mentioned units, involving also Mesozoic deposits, is Alpine



metamorfitelor, situată deasupra acestui șariaj, aparține corpului pânzei bucovinice (austriacă) iar unitatea de Tomești ar reveni pânzei alpine subbucovinice; după noi, reprezintă o unitate infrabucovinică.

În stiva unităților cu metamorfite, situată deasupra unității de Tomești, lipsesc formațiunile sedimentare, fapt care îngreunează mult stabilirea vârstei de formare a șariajelor dintre aceste entități tectonice. Un element de datare relativă este masivul alcalin Ditrău (MAD), localizat în șisturi cristaline și considerat a avea vârsta de 130–135 m.a. (vârste izocrone K/Ar - Kräutner et al., 1976), corespunzătoare neocomianului. Prin referire la acest masiv (Streckeisen, Hunziker, 1974; Balintoni et al., 1983; Mureșan, 1981, 1983; Mânzatu, Jakab, 1986), s-a stabilit cu certitudine că, în proximitatea MAD, metamorfitele grupurilor Rebra, Negrișoara și Tulgheș (în perioada respectivă, fiind considerat ca aparținând unei singure unități tectonice) sunt afectate de masiv, rezultând că planele de șariaj dintre ele sunt mai vechi ca MAD.

Evidențierea recentă, pe baza datelor de foraj, a mai multor pânze de șariaj, constituite din metamorfite ale grupului Tulgheș, impune necesitatea descifrării relațiilor de vârstă relativă ale acestor unități cu MAD. Notăm că, în această tentativă apelăm (alături de alte argumente de ordin mineralogic și petrografic), pentru prima dată, la prezența frecventă și notabilă (de obicei, de ordinul zecilor și chiar a sutelor de p.p.m.) a thoriului, în diferite secvențe petrografice ale pânzelor de șariaj. Thoriul, legat cert geochemic de formarea MAD, a fost evidențiat de Podoleanu et al. (1989, 1990, 1992), prin metoda carotajului gamma natural spectral (și uneori prin determinări directe, în laborator, pe probe prelevate din foraje), efectuat în găurile de sondă ale locațiilor 1, 3, 5, 6, 8, 24, 289, din regiunea Tulgheș-Hagota-Belcina. Adesea, prezența thoriului în metamorfite se materializează sub forma monazitului. Anomaliile thorifere sunt adesea asociate cu cele produse de uraniu și de potasiu radioactiv (Podoleanu et al. 1989, 1990, 1992), legate genetic, de asemenea, de MAD.

1. *Pânza cuarțitelor negre cu mangan*, interceptată numai cu forajul 1 (amplasat în cătunul Hagota), în intervalul 939–994 m (partea finală a forajului), găzduiește (în intervalul 968–970 m) un filon de roci holocristaline albitice cu biotit cloritizat, întâlnite și în cuprinsul MAD.

2. *Pânza de Șumuleu* (care la suprafață nu vine în contact direct cu MAD), evidențiată în multe foraje din regiunea Tulgheș-Hagota, este anterioară MAD, fapt demonstrat de prezența filoanelor microsieitice

(Austrian – acc. to Săndulescu, 1967, 1968, 1975). According to Săndulescu (1975), the pile of metamorphics situated over this overthrust belongs to the Bucovinian Nappe body (Austrian), and the Tomești Unit would belong to the Sub-bucovinian Alpine Nappe. In our opinion, it represents an Infrabucovinian unit.

The pile of metamorphic units, situated over the Tomești Unit, is devoid of the sedimentary formations, which makes much more difficult the establishment of the formation age of the overthrusts among these tectonic entities. A relative dating element is the Ditrău Alkaline Massif (DAM), located in crystalline schists, and considered to be 130–135 m.a. old (K/Ar isochron ages – H. Kräutner et al., 1976), corresponding to the Neocomian. Taking into consideration the relationships of this massif with the adjacent metamorphics (Streckeisen, Hunziker, 1974; Balintoni, 1981; Balintoni et al., 1983; Mureșan, 1981, 1983; Mânzatu, Jakab, 1986), it was established with certainty that in the proximity of the metamorphics of the Rebra, Negrișoara and Tulgheș Groups (in the respective period being considered to belong to a single tectonic unit) are affected by the massif, the overthrust planes appearing to be older than the DAM.

The recent pointing out based on drilling data of several overthrust nappes consisting of the metamorphics of the Tulgheș Group makes necessary the deciphering of the relative age relationships of these units with the DAM. It is to note that in this attempt (besides some other mineralogical and petrographic arguments) I had recourse for the first time to the frequent and notable presence (usually of the order of the tens and even hundreds of p.p.m.) of thorium in the different petrographic sequences of the overthrust nappes. Thorium, which is surely geochemically connected to the DAM genesis, was pointed out only by L. Podoleanu et al. (1989, 1990, 1992) through the spectral natural gamma core drilling method (and sometimes through direct determinations in the laboratory on samples collected from boreholes) carried out in boreholes 1, 3, 5, 6, 8, 24, 28 from the Tulgheș-Hagota-Belcina region. Thorium is often present within metamorphics as monazite. The thorium anomalies are often associated with those produced by the uranium and radioactive potassium (Podoleanu et al., 1989, 1990, 1992), genetically connected also with the DAM.

1. *The Manganese Black Quartzite Nappe*, intercepted only by borehole 1 (located in the Hagota locality) within the 939–994 m interval (terminal part of the borehole), hosts (within the 968–970 m interval) a vein of chloritized biotite albite holocrystalline rocks, encountered also in the DAM.

2. *The Șumuleu Nappe* (which does not contact directly at the surface the DAM), pointed out in several



(forajele 5 și 24), a andaluzitului (forajul 1), a granaților (forajul 3), a biotitului (brun-roșcat, proaspăt, adesea transversal față de șistozitate, forajul 1), a monazitului (forajul 5) și a adularului (forajul 6). Anomaliile thorifere prezente în această unitate tectonică (forajele 5, 8 și 24), confirmă acest punct de vedere.

3. *Pânza de Sadocut*, care nu prezintă la suprafață un contact direct cu MAD, este anterioară față de acesta, după cum reiese din datele de foraj din regiunea Tulgheș-Hagota; metamorfitele care o constituie sunt străbătute de filoane microsienitice (forajele 3, 5, 24, 29), conțin uneori monazit (forajul 5) și provoacă anomalii thorifere (forajele 1, 3, 5, 6, 8, 24).

4. *Pânza de Belcina*, prezintă cele mai numeroase și evidente dovezi ale anteriorității ei față de MAD; metamorfitele care o alcătuiesc (formațiunea Tg_4 și porfiroidele de Mândra), la contactul cu MAD, sunt transformate în corneene cu andaluzit, corindon și biotit (injectate arteritic în imediata vecinătate cu MAD) și în "șisturi pătate"; în metamorfite, apar numeroase filoane de roci sienitice, mineralizații legate genetic de MAD (concentrațiile filoniene de sulfuri și minerale cu lantanide, localizate cu precădere în porfiroidele de Mândra din zona Gherpotoc). În această unitate au fost puse în evidență anomalii thorifere (forajele 1, 3, 8, 289), confirmate de conținuturile ridicate de Th.

5. *Pânza de Bălan*, separată inițial în forajele din regiunea Bălan (Kräutner et al., 1990, 1991) nu prezintă contacte directe cu MAD. În forajul 1 (amplasat la Hagota), s-au evidențiat (în intervalul 8–169 m) probe cu Th și anomalii gama thorifere (asociate cu anomalii gama uranifere și potasifere) care atestă anterioritatea acestei unități față de MAD.

6. *Pânza de Rarău*, care nu prezintă contacte directe cu MAD a fost considerată (Streckeisen, Hunziker, 1974) ca fiind mai veche ca aceasta, pe baza prezenței andaluzitului în unele roci gnaissice din zona de limită a pânzei de Rarău cu roci din pânza de Belcina; întrucât aceste roci cu andaluzit ar fi putut să aparțină inițial porfiroidelor de Mândra, anterioritatea pânzei de Rarău nu poate fi demonstrată cu certitudine. Cantitățile de thoriu, evidențiate în granitoidele de Hăghimaș și micașisturile unității de Rarău (străbătute de forajul 3, în intervalul 0–251 m), nedepășind 20 p.p.m., pot reprezenta mai degrabă conținuturile primare din rocile premetamorfice, decât o contaminare cu thoriu legată de MAD. Deci, pe baza datelor actuale, nu se pot stabili relațiile de vârstă ale pânzei de Rarău față de MAD.

Întrucât sub șariajul unității de Pietrosu Bistriței se află formațiunea de Izvorul Mureș, atribuită carboniferului inferior (Murçsan, 1973), considerăm că șariajele dintre pânzele cu metamorfite din sudul

boreholes from the Tulgheș-Hagota region, is prior to the DAM, a fact demonstrated by the presence of the microsyenite veins (boreholes 5 and 24), andalusite (borehole 1), garnets (borehole 3), biotite (brown-russet in colour, fresh, often transversal in respect of schistosity – borehole 1), monazite (borehole 5) and adular (borehole 6). The thorium anomalies from this tectonic unit (boreholes 5, 8, 24) confirm this point of view.

3. *The Sadocut Nappe*, which does not contact directly the DAM at the surface, is prior to it, as indicated by the drilling data from the Tulgheș-Hagota region: the metamorphics constituting it are crossed by microsyenite veins (boreholes 3, 5, 24, 29), sometimes contain monazite (borehole 5). Thorium anomalies (boreholes 1, 3, 6, 8, 24) are also found in these metamorphics.

4. *The Belcina Nappe* shows the most numerous and obvious evidences indicating that it was prior to the DAM: the metamorphics constituting it (Tg_4 Formation and the Mândra Porphyroids) at the contact with the DAM are transformed into andalusite, corundum and biotite hornfels (arteritically injected in the immediate vicinity of the DAM) as well as "spotted schists"; the metamorphics are marked by the occurrence of numerous syenitic rock veins, mineralizations genetically connected with the DAM (the sulphide vein-like mineralizations and the lantanide minerals, prevailingly located in the Mândra Porphyroids from the Gherpotoc zone). High Th samples and thorium anomalies were pointed out in this unit (boreholes 1, 3, 8, 289).

5. *The Bălan Nappe*, initially separated in the boreholes from the Bălan region (Kräutner et al., 1990, 1991) does not show direct contacts with the DAM. In borehole 1 (situated at Hagota) gamma thorium samples anomalies (associated with gamma uranium and potassium anomalies) were pointed out, which attest that this unit was prior to the DAM.

6. *The Rarău Nappe*, which does not show direct contacts with the DAM, was considered (Streckeisen, Hunziker, 1974) to be older than this, based on the presence of andalusite in some gneissic rocks from the boundary zone of the Rarău Nappe with rocks from the Belcina Nappe. As these andalusite rocks might have initially belonged to the Mândra Porphyroids, the age of the Rarău Nappe cannot be demonstrated with certainty. The thorium quantities pointed out in the Hăghimaș Granitoids and the mica schists of the Rarău Unit (crossed by borehole 3, in the 0–25 m interval), which do not exceed 20 p.p.m., may rather represent the primary contents from the premetamorphic rocks than a contamination by thorium, connected to the DAM. Therefore based on the present data from the Tulgheș-Hagota-Belcina region the age relationships



zonei cristalino-mezozoice (neluând în considerare șariajul pânzei de Rarău - din motivele expuse), au luat naștere după formarea acestei entități litostratigrafice și înainte de punerea în loc a MAD.

of the Rarău Nappe with the DAM cannot be established.

As the overthrust of the Pietrosu Bistriței Unit overlies the Izvorul Mureș Formation, assigned to the Lower Carboniferous (Mureșan, 1975), we considered that the overthrusts of the nappes with metamorphics from the southern part of the Crystalline-Mesozoic Zone (the Rarău Nappe overthrust being not taken into account for the above-mentioned reasons) were generated after the genesis of the Izvorul Mureș Formation and before the emplacement of the DAM.

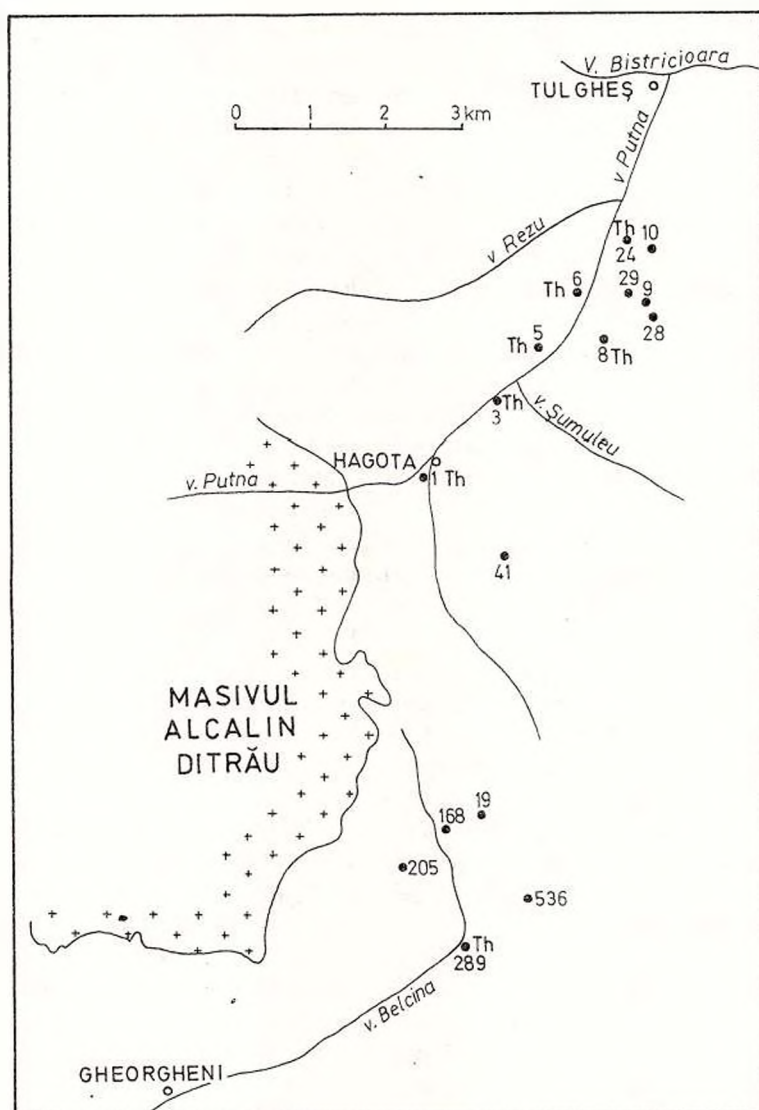


Fig.

Amplasarea principalelor foraje în regiunea Tulgheș-Hagota-Belcina. Th, forajele investigate geofizic pentru thoriu, uraniu și potasiu; thoriu este prezent în toate coloanele litologice ale acestor foraje.

Location of the main boreholes in the Tulgheș-hagota-Belcina region. Th, boreholes investigated from the geophysical point of view for thorium, uranium and potassium; thorium is present in all the lithological columns of these boreholes.

STUDII LITOSTRATIGRAFICE ȘI BIOSTRATIGRAFICE ÎN DOBROGEA DE NORD

LITHOSTRATIGRAPHIC AND BIOSTRATIGRAPHIC STUDIES IN NORTH DOBROGEA

A. BALTREȘ, E. MIRĂUȚĂ

Între anii 1993–1995 studiile geologice s-au concentrat asupra a trei formațiuni: Formațiunea de Niculițel, Formațiunea calcarelor nodulare și cu bioturbații, Formațiunea de Izvoarele.

1. Formațiunea de Niculițel

Această formațiune este o entitate litostratigrafică alcătuită esențial din roci bazice (pillow lava bazaltice și rare dolerite și gabbrodolerite intrusive) puse în loc în condiții submarine. Vulcanismul efuziv submarin a alternat cu sedimentarea.

Rocile sedimentare sunt de tipul calcarelor cenușii, stratificate, al brecciilor bazaltice, epiclastice și al epiclastitelor de calcare roșii cu amoniți. Calcarele cenușii, stratificate, care alcătuiesc corpuri cartabile, intercalate între bazalte, sunt debrite, turbidite și pelagite calcaroase.

Conținutul paleontologic (amoniți, conodonte) al calcarelor asociate bazaltelor Formațiunii de Niculițel este caracteristic intervalului Spathian-Illyrian inferior.

Formațiunea de Niculițel ocupă o poziție stratigrafică superioară Formațiunii de Somova (Figura). Corelarea Formațiunii de Niculițel cu alte două formațiuni nord dobrogene, aflate în afara influențelor vulcanismului submarin, s-a făcut pe criterii litologice și biostratigrafice. Contemporane cu Formațiunea de Niculițel au fost (a) Formațiunea calcarelor nodulare și cu bioturbații (Spathian-Aegean) și Formațiunea calcarelor cu cherturi (Aegean-Fassanian).

2. Formațiunea calcarelor nodulare și cu bioturbații

Această formațiune constituie un bun reper litostratigrafic deoarece este răspândită atât în ariile cu faciesuri bazinale cât și în cele de platformă carbonatică ale Triasicului nord dobrogian. Grosimea ei este de 60 m.

Formațiunea este constituită din doi membrii: (a) cel inferior conține calcare, uneori extins dolomitizat, care prezintă variate structuri sedimentare. Cele mai frecvente structuri sunt bioturbațiile asociate suprafețelor de omisiune. Rocile au în general o colorație roșie datorită produselor reziduale care s-au acumulat în legătură cu procesele de subsoluție.

Between 1993 and 1995 the geologic studies were focused on three of the building blocks of North Dobrogea stratigraphy: the Niculițel Formation, the Nodular and Bioturbated Limestone Formation and the Izvoarele Formation.

1. The Niculițel Formation

This lithostratigraphic unit is composed essentially of basic rocks (pillow basalts with rare intrusive dolerites and gabbrodolerites), emplaced in submarine conditions, in a deep marine environment in which the submarine effusive volcanism alternated with sedimentary processes.

Some carbonate sediments were emplaced as mappable bodies of debrites, turbidites and pelagites several tens of meters thick. They stack in distinctive patterns. Other common rock types are the basaltic epiclastic breccias and isolated, large blocks of red, ammonite bearing limestones.

The fauna included in the red limestone blocks are Spathian to Bithynian in age. These blocks are located in lower position in the basaltic pile, in contrast with the turbidite sheets situated at higher stratigraphic levels, containing Pelsonian to Lower Illyrian conodont and foraminifera associations. Spathian-Illyrian inferior.

The Niculițel Formation overlies the Somova Formation and correlates with two other time-equivalent formations, namely the Nodular and Bioturbated Limestone Formation and the Cherty Limestone Formation (*pro parte*) (Figure), both developed in areas unaffected by submarine volcanism of the same sedimentary basin.

2. The Nodular and Bioturbated Limestone Formation

This formation represents a good lithostratigraphic marker as it spread both in basinal facies areas and in the carbonate platform ones, across North Dobrogea. The formation is 60 m thick. It is composed of two members, in ascending order. The lower member consists of red nodular limestones with various sedimentary structures, among which the bioturbations are prominent, being in relation to cyclic omission surfaces. The abundant iron hydroxides, as residual



(b) Membrul superior, heterolitic, este constituit din alternanțe de calcare și marne care au o colorație verde. Calcarele au caracter nodular, rezultat prin procese diagenetice timpurii (deformare plastică, activitatea endobentosului).

Poziția stratigrafică a formațiunii este limitată la intervalul Spathian superior-Aegean (Figura). Din această formațiune provine fauna de amoniți cu *Leio-phyllites confucii* (DIEN.), *L. pradyumna* (DIEN.), *Japonites dobrogiacus* SIM., *Danubites celtitoides* KITTL, comună cu aceea a Tethysului asiatic. Asociația de conodonte din Formațiunea calcarelor nodulare și cu bioturbații aparține zonei Timorensis. Prezența genului *Gladygondolella* în această asociație arată că în Dobrogea de Nord acesta apare începând cu baza Aegeanului.

3. Formațiunea de Izvoarele

Formațiunea de Izvoarele este o unitate litostratigrafică alcătuită din olistotrime, heterogene litologic și ca vârstă, cuprinse într-o anvelopă sedimentară constituită din siltite, argile șistoase și marne verzi și violacee.

Olistotrimile sunt blocuri uriașe (cel mai mare are 1 km lungime și 350 m grosime), cu o alcătuire variată: calcare masive, albe; calcare nodulare, policrome; breccii epiclastice alcătuite din calcare și riolite roșii; gresii violacee cu epiclaste riolitice; roci cu compoziție similară complexului litologic al Formațiunii de Niculițel; calcare cu cherturi și cu intercalații minore de bazalte. Rocile care compun olistotrimile sunt toate de vârstă triasică. Micile anomalii magnetice, paralele cu traseul de-a lungul căruia află olistotrimile sunt probabil dovada prezenței unor olistotrime bazaltice îngropate.

Formațiunea de Izvoarele se așterne peste Formațiunea de Cataloi și suportă gresiile grosiere ale Formațiunii de Nalbant. Vârsta anvelopei olistotrimelor este carnian superioară și precizează vârsta formațiunii. Formațiunea poate fi urmărită de-a lungul unui front cu traseu sinuos, între Dealul Sarica și satul Enisala.

products of subsolution, are the cause of the generalized red and purple color of these rocks. The upper, heterolithic member consists of gray and green interbedded thin limestones and marls. The limestones are commonly nodular, as a result of early diagenetic processes (plastic deformation, activity of endobenthos).

Based on ammonite and conodont biostratigraphy, the formation is Upper Spathian-Aegean in age (Figure). The formation includes an ammonite fauna with *Leio-phyllites confucii* (DIEN.), *L. pradyumna* (DIEN.), *Japonites dobrogiacus* SIM. *Danubites celtitoides* KITTL, of Asian affinity, as well as a conodont assemblage of the Timorensis Zone. This assemblage includes the genus *Gladygondolella* which occurs in North Dobrogea in the lowermost Aegean.

3. The Izvoarele Formation

This lithostratigraphic unit is composed of large olisthothrimmata included into a sedimentary envelope of green and purple siltstones, argillaceous shales and marls of Cataloi type.

The olisthothrimmata are huge blocks (the largest of these is one km long and 350 m thick), varying in lithology from place to place. These are also of a wide range of ages. Their envelope is Upper Carnian and determines the age of the formation.

The formation overlies the Cataloi Formation and is overlain by the coarse sandstones of the Nalbant Formation.

Various kinds of olisthothrimmata were mapped: white limestones, varicoloured nodular limestones, epiclastic breccias composed of limestone and red rhyolite clasts, variegated sandstones, all of Triassic age. Some are composed of Niculițel type basalts, with Aegean-Pelsonian limestone enclaves. Another prominent type is composed of Ladinian cherty limestones.

The olisthothrimmata, occurring often as isolated hillocks, scattered on a low lying plain, can be followed along some tens of kilometers, between the Sarica Hill, and the Enisala locality, as a long narrow and sinuous string. A girdle of small magnetic anomalies, paralleling the outcropping olisthothrimmata were also probably produced by buried basaltic olisthothrimmata.



FORMAȚIUNILE TRIASICE ȘI JURASICE

DIN

DOBROGEA DE NORD

A. BALTRES, 1996

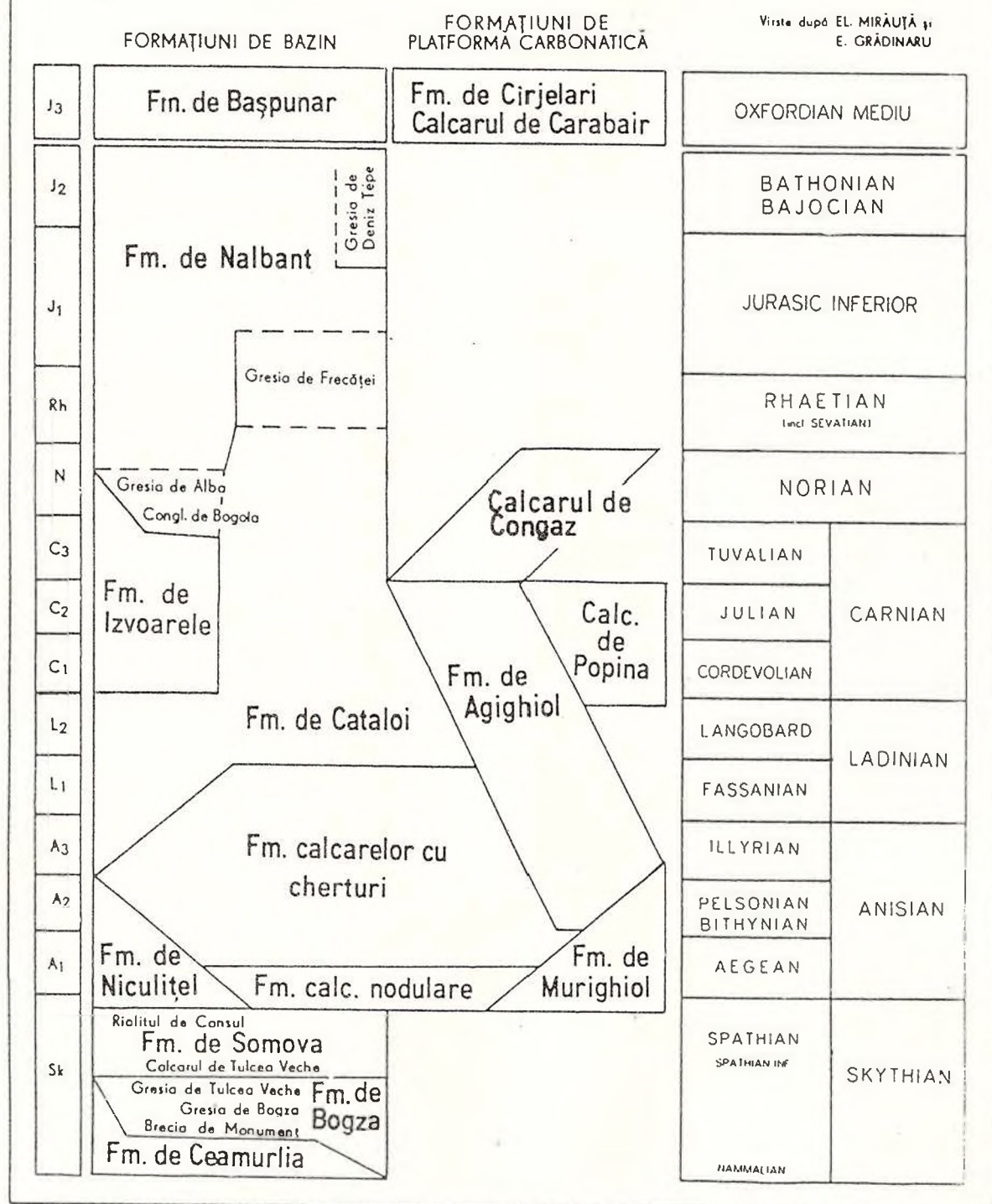


Fig.

1996

Litostratigrafia Triasicului și Jurasicului din Dobrogea de nord
The Triassic and Jurassic lithostratigraphy of North Dobrogea



Institutul Geologic al României

**DATE BIO- ȘI LITOSTRATIGRAFICE ASUPRA JURASICULUI SUPERIOR/
CRETACICULUI INFERIOR DIN UNITATEA DE VALANI, SISTEMUL
PÂNZELOR DE CODRU (APUSENI DE NORD)
UPPER JURASIC/LOWER CRETACEOUS BIO-AND
LITOSTRATIGRAPHIC DATA OF THE VALANI NAPPE UNIT, CODRU
NAPPE SYSTEM (NORTHERN APUSENI MTS)**

G. IONESCU

Unitatea de Văłani deține poziția tectonică cea mai profundă în cadrul pânzelor de Codru din Munții Apuseni de Nord. Partea de Triasic din succesiunea acesteia amintește faciesul de Codru în timp ce secvențele de vîrstă Jurassic-Cretacic sînt apropiate faciesului de Bihor.

Au fost examinate cîteva secțiuni prin Jurassicul superior-Cretacicul inferior (Fig. 1,2). Depozitele carbonatice de vîrstă Tithonic-Bedoulian au fost acumulate pe un shelf carbonatic pe care se dezvoltau construcții recifale semicontinue. Din Bedoulian locul lor a fost luat de acumularea de carbonatite argiloase hemipelagice la partea inferioară. Incepînd din Aptianul superior și pînă în Albianul timpuriu au fost depozitate secvențe detritice terestre și marine de ape puțin adânci ca efect al fazei orogentice austrice.

Schimbările laterale de litologie între părțile vestică și estică ale unității, reflectă diferențele paleogeografice induse de faza tectogenetică kimmerică veche. Exondarea din timpul Berriasian-Valanginianului a condus la formarea bauxitelor în Unitatea de Bihor vecină. Această exondare a afectat doar partea de est a Unității de Văłani, în timp ce în partea de vest a continuat sedimentarea marină. Secvențele kimmeridgian-tithonice cuprind biomicrite, intrabiomicrite și pelmicrite și au fost datate pe baza resturilor de *Saccocoma* la partea inferioară, în timp ce în stratele superioare apare o asociație de calpionele amintind de zona Crassicolaria, iar depozitele berriasiane conțin zona cu *Calpionella alpina*. Pentru membrul următor, atît asociațiile de alge și foraminifere cît și rarele exemplare de *Calpionellopsis oblonga* recomandă prezența Berriasianului superior-Valanginianului. Asociat cu acestea mai apar spiculi de spongicri, alge (*Salpingoporella pygmaea*) și stomiosfere. Pentru sectorul estic al unității, diferențele paleogeografice au determinat formarea unor depozite puțin adânci, în faciesuri recifale și perirecifale asociate. Schimbările laterale de litologie, ca rezultat al istoriei diferite dintre partea de est și cea de vest a unității, sînt mai evidente pe intervalul Berriasian-Valanginian. Pe acest interval, partea de

The Văłani Nappe Unit holds the most profound tectonic position in the Codru Nappe System of the Northern Apuseni Mts. The Triassic part of its sequence resembles the Codru type of development, while the Jurassic-Cretaceous sequence is close to the Bihor facies.

Several Upper Jurassic - Lower Cretaceous sections were examined (Fig.1,2). The Tithonian-Bedoulian carbonate deposits were accumulated on open carbonate shelf with semicontinuous rim of reefal buildups. Since Bedoulian this was replaced by the accumulation of hemipelagic argillaceous carbonates in their lower part. During Late Aptian-Early Albian, detrital terrestrial and shallow marine sequences were deposited in response to the Austrian orogenic phase.

Lateral changes in lithology between western and eastern part of the unit reflect paleogeographic differences evoked by the Late Kimmerian tectogenetic phase. The Berriasian-Valanginian emergence led to the formation of bauxite in the neighbouring Bihor Unit. This emergence affected only the eastern part of the Văłani Unit, while marine sedimentation continued in its western part. The Kimmeridgian-Tithonian sequence of biomicrites, intrabiomicrites and pelmicrites is dated by *Saccocoma* sp. in its lower part, while a calpionellid assemblage resembling *Crassicolaria* Zone occurs in higher beds, since the Berriasian deposits contain the *Calpionella alpina* Zone. Foraminifera and algae assemblages and rare *Calpionellopsis oblonga* recommend the presence of the Upper Berriasian-Valanginian for the next member. Close to them may appear sponge spicules, algae (*Salpingoporella pygmaea*), and stomiosphaerides. For the eastern part of the unit, the paleogeographic differences have promoted the formation of shallower deposits of reefal type and associated peri-reefal ones. The lateral changes in lithology as a result of different history between the eastern face to western part of the unit, are more pregnant during the Berriasian-Valanginian interval. On this interval the eastern part suffered from the emergence that affected the entire Bihor carbonate



est a suferit exondarea care a afectat și întreaga unitate de Bihor în timp ce sedimentația marină pare să fi continuat în partea de vest. Pentru sectorul de vest, Berriasianul este reprezentat prin biomicrite și dismicrite care conțin microfossilii ale zonei *Calpionella alpina*, iar la partea superioară biomicritele berriasian superioare-valanginiene sînt datate pe baza asociațiilor bogate în foraminifere, incluzînd *Trocholina delphinensis*, *Tr. alpina*, *Characee*, și rare *Calpionellopsis oblonga*. Prezența caraceelor a necesitat un aflux de ape dulci cel puțin cu caracter episodic. Considerînd intervalul de timp în care exondarea a afectat unitatea de Bihor și partea de est a unității de Văłani, acesta pare a fi mai redus pentru cea din urmă. Episoadele de tranziție în facies lacustru și salmastru, respectiv Formațiunea Calcarelor cu *Characee* și cea a Calcarelor cu Gasteropode care se dezvoltă în acoperișul bauxitelor din Unitatea de Bihor, lipsesc în acoperișul bauxitelor din cuprinsul unității de Văłani.

Din Barremian, sedimentarea s-a produs aproximativ în același cadru paleogeografic, care a funcționat și în timpul Tithonicului, prezentînd un caracter transgresiv evident în partea de est a unității. Formațiunea calcarelor urgoniene, aparține în principal intervalului Barremian-Bedoulian dar calcarele de tip urgonian mai apar ca intercalații în formațiunea marnelor de Ecleja de deasupra. În cuprinsul Formațiunii Calcarelor Urganene, pot fi separați trei membri. Indicele energetic precum și conținutul în bioclaste crește din bază către partea superioară a acestora. Succesiunea variază de la faciesuri supratidale/intertidale la faciesuri lagunare și self cu ape puțin adînci, și dezvoltare locală a depozitelor de tip "patch reef" și "back reef".

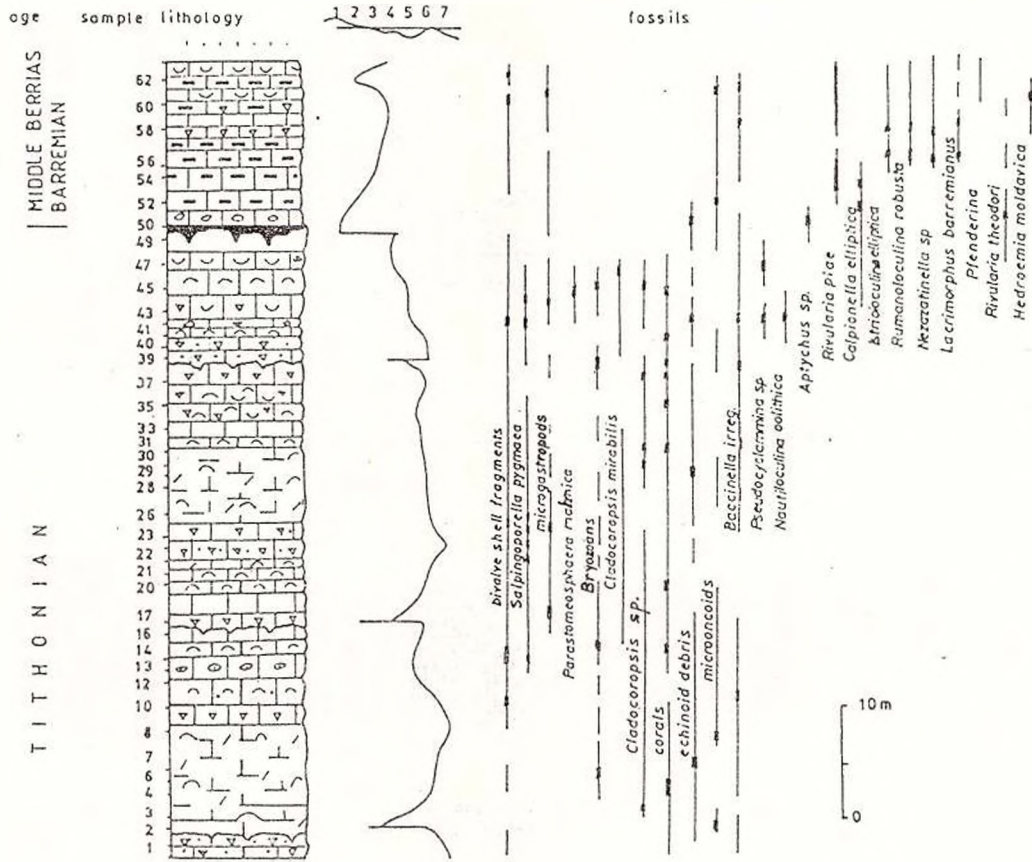
Din Aptian, sistemul depozitional pur carbonatic este înlocuit cu unul mixt carbonatic-siliciclastic. Afluxul terigen crește la partea superioară, iar ritmurile de sedimentare au un caracter ciclic neregulat. Au existat două momente principale de compensare a sedimentației carbonatice, evidențiate și induse de oscilațiile nivelului marin relativ. Dar sedimentarea de tip carbonatic devine improprie începînd din partea superioară a Albianului. Faza tectonică austriacă a condus la reîntinerirea reliefului din aria sursă a materialului, și la creșterea dramatică a aportului de material terigen. Gresile și conglomeratele care apar pe acest interval, aparțin Formațiunii de valea Girدانului. Oscilațiile pozitive de la sfîrșitul Aptianului au condus la regresiunea ariei marine de sedimentare, către vest, pînă în Turonian. Ea a fost urmată de o eroziune puternică, ce a precedat și acompaniat faza de compresiune și mișcările de ridicare dinaintea Cretacicului superior.

platform and induced the development of the Bauxitic Formation in the Bihor Unit since the marine sedimentation seems to continue in the western part. The Berriasian is represented in the western part by biomicrites and dismicrites that contain the microfossils of the *Calpionella alpina* Zone, till the higher lying Upper Berriasian-Valanginian biomicrites are dated by the association of foraminifers that include *Trocholina delphinensis*, *Tr. alpina*, *Characeans* and rare *Calpionellopsis oblonga*. The Characeans presence require a local influx of fresh waters. Considering the time span of emergence that affected the area of the Bihor Unit and partially the Văłani Unit, it seems to be reduced for the latter. The transitional episodes of lacustrine and brackish waters, the Characeans Limestone Formation and the Gasteropods Limestone Formation respectively that occur at the top of bauxites in the Bihor Unit are absent on the Văłani Unit area.

Since the Barremian the sedimentation takes place almost in the same paleogeographic frame that functioned during the Tithonian, and shows an obvious transgressive character in the eastern part of the unit. The Urganian Limestone formation belongs mainly to the Barremian-Bedoulian interval, but there are also two intercalations of this type inside the Aptian Ecleja upper lying formation. Three members were recognised in the Urganian Limestone Formation. The Energetic index is rising upward through the three members and so is the bioclastic content of the deposits. The succession is ranging from supratidal/intertidal facies to lagoon and open shallow water shelf facies with local development of patch reef and back reef deposits.

During the Aptian, the purely carbonate deposition system is replaced by mixed carbonate-siliciclastic deposition. The terrigenous influx is rising upward, and the sedimentation rhythms have an irregular cyclic character. Two moments of compensation of the carbonate sedimentation are evidenced and induced by relative sea-level oscillations. But carbonate sedimentation became improper since the upper part of Aptian. The Austrian tectonic phase lead to rejuvenation of the relief in the material source area and the terrigenous supply is dramatically increasing. The sandstones and conglomerates that occur in this interval belong to the Girدان Formation. The positive oscillations at the end of the Aptian lead to regression of the marine sedimentation area through the west up to the Turonian. It was followed by a strong erosion that preceded and accompanied the compression phase and the rising movements before the Upper Cretaceous.





1.karstic plateaus; 2.supratidal;3.intertidal;4.subtidal and lagoon;
5.shallow-water carbonate platform;6.reef;7.slope

PROFILE B

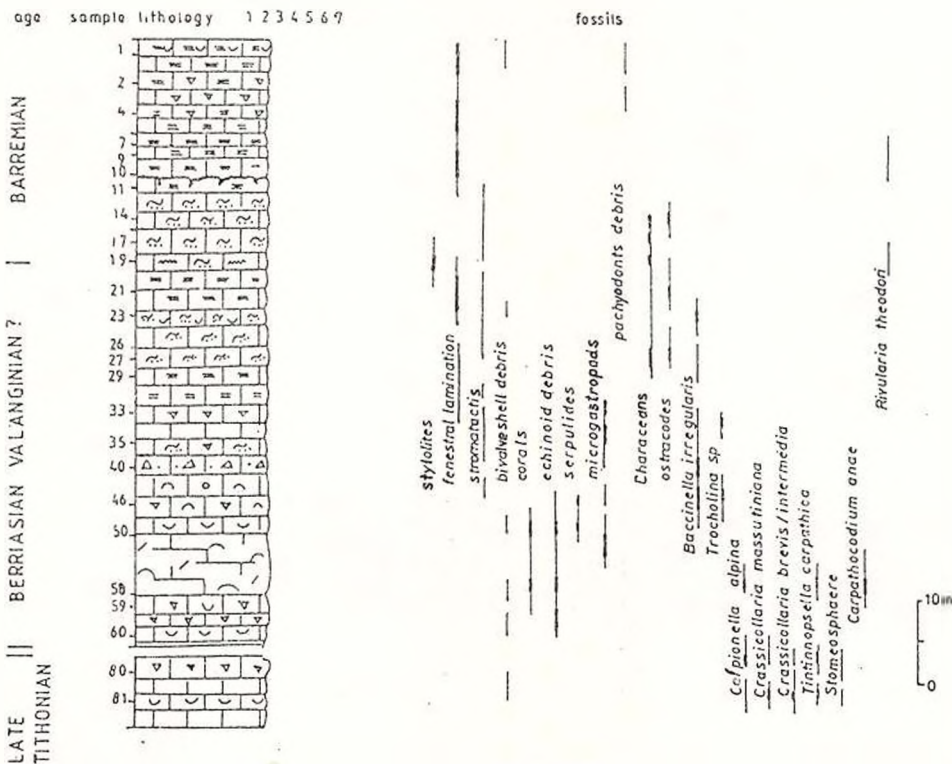


Fig. 1 - Micro- and lithostratigraphic profiles of the Upper Jurassic/Lower Cretaceous sequence of Vălni Unit at the locality Meziad - profile A; profile B.

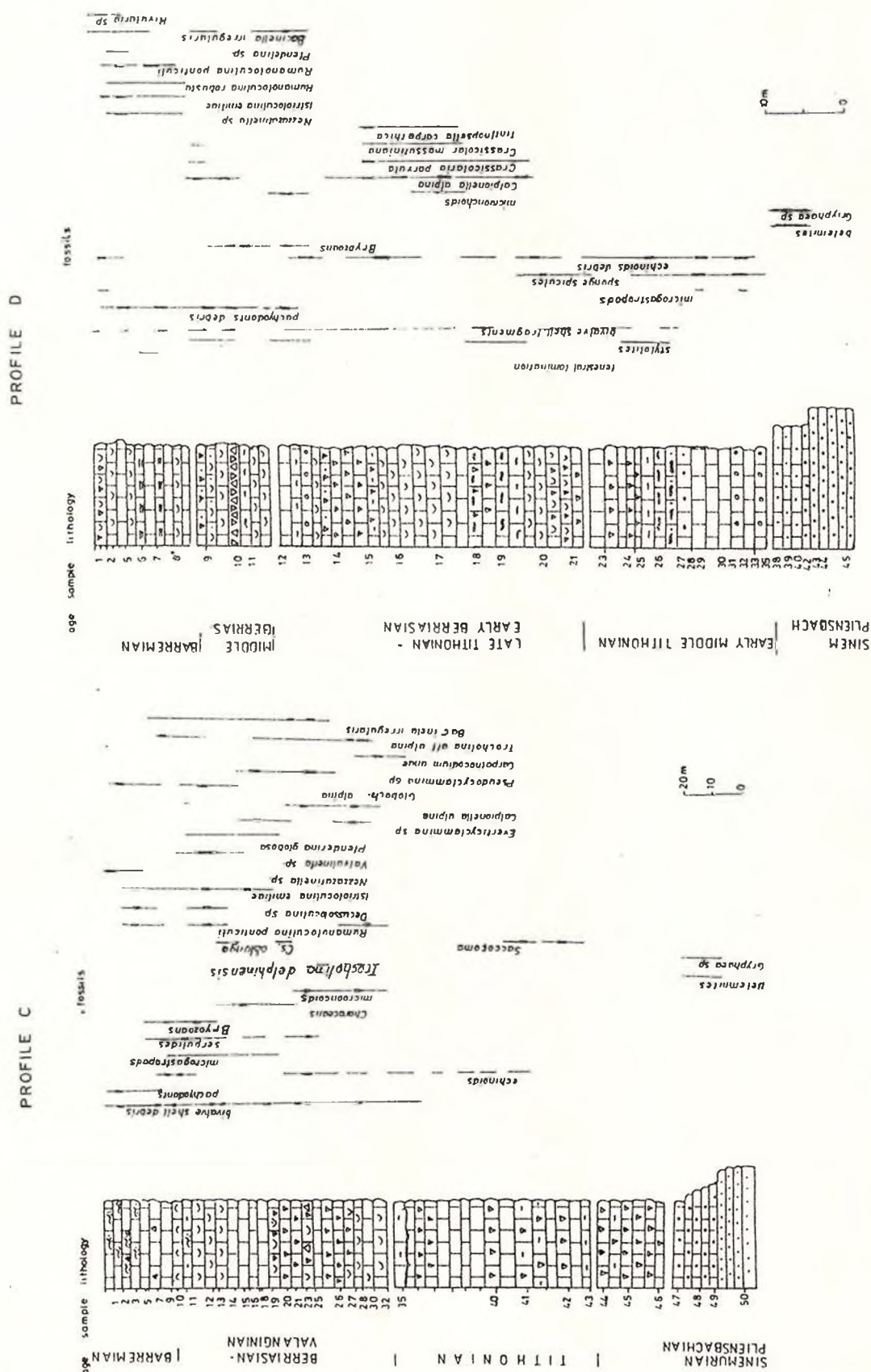


Fig. 2 – Micro- and lithostratigraphic profiles of the Upper Jurassic/Lower Cretaceous sequence of Vălani Unit, on the right side of Strimtura Valley, profiles D and E.

DEPOZITELE SANTONIAN-MAASTRICHTIENE DIN SECTORUL DOBROGEAN AL PLATFORMEI MOESICE

SANTONIAN-MAASTRICHTIAN DEPOSITS IN THE DOBROGEAN SECTOR OF THE MOESIAN PLATFORM

J. ION

Depozitele senoniene aparținând cuverturii sedimentare a sectorului dobrogean al Platformei Moesice, apar la zi în principal în partea de nord-est a compartimentului tectonic Dobrogea de Sud (în bazinul văii Carașu și anume de la localitatea Remus Opreanu spre est, între Palazu și Ovidiu), și ca apariții izolate la Peștera, spre vest, și în apropierea satului Lespezi, spre sud-vest. În compartimentul Dobrogea centrală ele apar la zi în malul lacului Sinoe. În foraje ele se cunosc în toată jumătatea estică a Dobrogei de Sud (Fig. 1a,b,c).

A existat opinia, chiar în lucrări relativ recente, că toate aceste depozite aparțin ca vârstă numai Santonian-Campanianului, respectiv Santonian - partea inferioară a Campanianului superior (Avram et al., 1993) reprezentat prin Formațiunea de Murfatlar, depusă transgresiv și posibil, local, cu sedimentele campanian superioare ingresive (Bărbulescu în Neagu, 1987). Prezența depozitelor maastrichtiene (Macovei & Atanasiu, 1934) sau ale părții inferioare a Maastrichtianului (Chiriac în Ianovici et al., 1961; Chiriac et al., 1977) a fost rareori menționată.

Cercetările biostratigrafice făcute în ultimul timp asupra carotelor păstrate în litoteca IGR, au adus date noi privind stratigrafia și distribuția Senonianului din compartimentul tectonic Dobrogea de Sud. Într-o primă etapă (Iva et al., 1990; Ion, Iva în Petcu et al., 1989, 1992; Ion et al., sub tipar) s-a demonstrat/identificat (pe baza foraminiferelor, nannoplantonului și characeelor) prezența în partea de nord-est a acestui compartiment, a depozitelor maastrichtiene, transgresive, în facies continental-lacustru și în facies marin. Ulterior au fost studiate, pe baza foraminiferelor (Ion, date inedite) carotele (păstrate în litoteca IGR) forajelor din tot compartimentul Dobrogea de Sud. În consecință, putem prezenta o nouă imagine/un nou model privind stratigrafia și răspândirea depozitelor senoniene din Dobrogea de Sud.

După datele din foraje coroborate cu cele privind aparițiile la zi, succesiunea senoniană a Dobrogei de Sud este constituită din două secvențe stratigrafice, una inferioară (1) aparținând intervalului partea superioară a Santonianului inferior - partea inferioară a

The Senonian deposits belonging to the sedimentary cover of the Moesian Platform in the Dobrogean Sector crop out mainly in the north-eastern part of its South Dobrogea tectonic compartment (in the upper basin of the Carașu Valley, from Remus Opreanu to the east; in the area Ovidiu-Palazu) and as isolated exposures in the southwestern part (north-east of Dobromir) and in the western part (at Peștera). In the Central Dobrogea compartment they crop out around the shore of Lake Sinoe. In boreholes, Senonian series are present within the entire eastern half of the south tectonic compartment (see Figure 1 a, c).

Until recently it was believed that all these deposits were only of Santonian -lower Late Campanian age (Avram et al., 1993) grouped into the Murfatlar Formation which started transgressively and which included locally ingressive Upper Campanian rocks (Bărbulescu în Neagu, 1987). The presence of Maastrichtian deposits (Macovei & Atanasiu, 1934) or only of the lower part of the Maastrichtian (Chiriac în Ianovici et al., 1961; Chiriac et al., 1977) has been rarely reported.

Recent biostratigraphical studies of the cores preserved in the Drill Core Shed of the Geological Institute of Romania, has supplied new data concerning the stratigraphy and the distribution of the Senonian in the South Dobrogea tectonic compartment. First, transgressive marine and continental-lacustrine Maastrichtian deposits were identified/demonstrated (Ion, Iva în Petcu et al., 1989, 1992); Iva et al., 1990; Ion et al., in press) in the northeastern part of this compartment, based on the presence of foraminifera, calcareous nannoplankton and characea. Secondly, the biostratigraphical studies on the basis of foraminifera (Ion, inedita) found in cores (preserved in the IGR Drill Core Shed) of boreholes drilled in the entire area, supplied many new data. Consequently, we can present a new picture concerning the stratigraphy and distribution of the Senonian deposits from South Dobrogea.

Based on subsurface data, but in correlation with the outcrop data the Senonian succession from South Dobrogea consists of two stratigraphic sequences (Fig. 1 b), the early (1) belonging to the upper Early



Campanianului superior, alta superioară (2a și 2b) de vârstă maastrichtiană.

(1) *Formațiunea de Murfatlar* (Avram, Szasz, Drăgănescu în Ghenea et al., 1984; Avram et al., 1988) este formată din depozite marine, de 30-350 m grosime, aparținând intervalului partea superioară a Santonianului inferior-parte inferioară a Campanianului superior (după Ion et al., sub tipar; Ion, date inedite). Ea este cunoscută, din aflorimente și foraje, în jumătatea estică a Dobrogei de Sud. La est de o linie imaginată ce ar uni localitățile Medgidia, Bărăganu și Tuzla, această formațiune începe transgresiv cu depozite santoniene. Spre vest și sud-vest de această linie, ea începe cu depozite aparținând Campanianului superior.

Formațiunea de Murfatlar din foraje are următoarea succesiune stratigrafică:

(a) Depozite (0-50 m grosime) formate din nisipuri/gresii cretoase și glauconitice, marne și argile. În afloriminte aceste depozite conțin o asociație de foraminife aparținând părții superioare a Santonianului inferior.

(b) Partea superioară a Santonianului inferior-Santonian superior, segment de depozite (15-200 m) cu crete și calcare cretoase, frecvent glauconitice și cu silexuri. Este prezentă microfauna subzonelor Globotruncana bulloides și G. arca, respectiv a părții superioare a zonei Dicarinella asimetrica.

(c) Campanian inferior, segment de depozite (15-50 m) cu cretă și calcare cu silexuri, uneori în partea superioară cu intercalații de argile și în final cu o bară de calcar glauconitic. Conține microfauna zonei Globotruncanita elevata.

(d) Campanian superior, segment de depozite (10-100 m) reprezentate prin cretă albă dar având uneori în partea inferioară intercalații de calcare sau de argile și marne cretoase, iar în cea superioară intercalații de calcare. Baza segmentului poate fi uneori formată dintr-o bară de calcar sau de cretă grezoasă. Conține microfauna zonei Globotruncana rugosa.

Pentru Formațiunea de Murfatlar din aflorimente au fost descrise trei subdiviziuni litostratigrafice, a, b și c. Primele două subdiviziuni corespund segmentului de depozite "a" din foraje, iar cea de-a treia segmentelor "b-c-d" din foraje.

(2a) *Formațiunea de Nazarcea* (Iva, Ion, Melinte în Ion et al., sub tipar) este o serie continental-lacustră care aparține părții inferioare a Maastrichtianului inferior până la cea a întregului etaj. Ea este cunoscută numai în foraje și numai în partea de nord-est a compartimentului Dobrogea de Sud (în regiunea Nisipari-Nazarcea) unde s-a depus pe o paleoridică înconjurată de depozite marine ale Maastrichtianului. Urmează după o lacună de sedimentare care ocupă partea superioară a Campanianului superior, stă discordant pe Formațiunea de Murfatlar (în zona de

Santonian-lower Late Campanian, the later (2 a and 2 b) to the Maastrichtian.

(1) *The Murfatlar Formation* (Avram, Szasz, Drăgănescu în Ghenea et al., 1984; Avram et al., 1988), is a marine series, 40-350 metres thick upper Early Santonian-lower Late Campanian in age (according Ion et al., in press; Ion, in this paper). It is known, in outcrops and boreholes, in the eastern half of South Dobrogea compartment. East of the line linking the localities Medgidia, Bărăganu and Tuzla, its sedimentation process started trasgressively during the upper Early Santonian. West and southwest of this line, it started during the Late Campanian.

The stratigraphic succession of subsurface Murfatlar Formation are: (a) Deposits (0-50 m thick) including glauconitic and chalky sandstones/sandy, clays and marls, which in outcrops contain an uppermost Early Santonian foraminiferal assemblage. (b) Upper Early Santonian-Late Santonian segment of deposits (15-200 m Thick), with chalks limestones, frequently with cherty and glauconitic intercalations. It contains microfauna of the Globotruncana bulloides and G. arca subzones, the upper part of the Dicarinella asymetrica Zone, respectively. (c) Early Campanian segment of deposits (15-50 m), containing chalky and limestones with cherty, occasionally interbedded with chalky shales in the upper part and in the top by a layer of glauconitic limestones. It presents the microfauna of the Globotruncanita elevata Zone.

(d) Late Campanian segment of deposits (10-100 m) with white chalk occasionally with intercalations of limestones, clays and chalky marls in the lower part and of limestones in the upper part. Sometimes, a layer of sandy limestone or sandy chalk is present at the base of this segment. These deposits contain the microfauna of the Globotruncana rugosa Zone.

In the outcrops of the Murfatlar Formation the "a, b and c" lithostratigraphic units have been separated. The first two units represent the "a segment" of deposits and the third, "b unit", represents the "b-c-d segments" described by us in boreholes.

(2 a) *Nazarcea Formation* (Iva, Ion and Melinte, in press) is a continental-lacustrine series which is lower Early Maastrichtian only, to the entire Early Maastrichtian in age. It is known only in boreholes and only in the northeastern part of the South Dobrogea compartment (in the Nisipari- Nazarcea area), where it was deposited on a palaeorise surrounded by the marine deposits of the Maastrichtian. Deposited following the upper Late Campanian stratigraphic gap, the Nazarcea Formation rests disconformably on the Murfatlar Formation or on older stratigraphic units. Upwards, it is followed by the marine Nisipari Formation, which in some place gradual substitute laterally this continental-lacustrine facies.



marginile a paleoridicării) sau pe depozite mai vechi și suportă în continuitate de sedimentare Formațiunea de Nisipari de care este și substituită progresiv pe laterală. Are 20-40 m grosime iar succesiunea ei litostratigrafică tip (forajul 9) conține în partea inferioară argile și argile calcaroase la început roșii, apoi verzui și în final policolore, iar în partea superioară argile și argile caolinoase la început cenușii cu pete gălbui sau roșcate apoi numai cenușii. Dar uneori succesiunea acestei formațiuni este reprezentată numai de argile policolore sau numai de argile cenușii. Formațiunea de Nazarcea conține asociația de characee cu *Septoporella brachycera* (Iva în Iva et al., 1990 și în Ion et al., sub tipar) cunoscută în Maastrichtianului din Franța de sud și în nordul Spaniei. Vârsta acestei formațiuni a fost stabilită pe baza characeelor cât și pe baza vârstei depozitelor Formațiunii de Nisipari care o acoperă și/sau o substituie progresiv.

(2b) *Formațiunea de Nisipari* (Ion, Iva, Melinte în Ion et al., sub tipar) ocupă numai Maastrichtianul superior până la întreg Maastrichtianul. Este o serie marină cunoscută numai în foraje în regiunile de nord-est (regiunea Nisipari-Nazarcea), centrală (regiunea Bărăganu-Costinești-Eforie Nord) și de sud (regiunea General Scărișoreanu-Cotul Văii-nord de Dobromir) din compartimentul tectonic Dobrogea de Sud. Grosimea ei variază între 30 și 300 m, maximum atingând în extremitatea de sud a Dobrogei (la Cotul Văii). Ea stă în continuitate de sedimentare pe Formațiunea de Nazarcea sau transgresiv pe cea de Murfatlar sau pe depozite mai vechi. În partea de est și de sud a Dobrogei, începe cu depozite maastrichtian inferioare, iar progresiv către vest începe cu depozite din ce în ce mai noi ale Maastrichtianului.

În regiunea nord-estică și cea sudică succesiunea stratigrafică a Formațiunii de Nisipari are caractere relativ comune. Primele strate atribuite Maastrichtianului inferior sunt formate din gresii glauconitice friabile (1 m grosime) în regiunea de sud și din (2-4 m) marne și argile cretoase cenușii și gălbui cu litoclaste de calcar, în regiunea de nord-est; ele conțin microfauna zonei Globotruncana falsostuarti și/sau a zonei Gavelinella complanata, ultima pentru foraminiferele bentonice calcaroase. Urmează, tot pentru Maastrichtianul inferior, crete sau calcare cretoase uneori grezoase, incluzând asociația de planctonice cu *Rugoglobigerina hexacamerata* sau cea a zonei Gav. complanata. Maastrichtianul superior este glauconitic, cu argile, marne nisipoase cretoase, nisipuri până la gresii friabile cretoase, gresii calcarose, calcare cretoase sau nisipoase masive. Conține asociația de foraminifere bentonice a zonei Cibicides ekblomi și/sau cea de planctonice cu *Globotruncanella minuta* aparținând zonei Gansserina gansseri, urmate de planctonicele subzonei Abathomphalus mayaroensis.

The Nazarcea Formation is 20-40 m thick and its lithostratigraphic type succession (borehole 9) is represented by red, then greenish and finally polychrome clays (and? carbonaceous clays) in the lower part; grayish stained (with yellow and red), then only grayish, clays and kaolinitic clays in the upper part. But in other places it is only with polychrome or grayish clays. This formation contains (Iva in Iva et al., in press) an assemblage of characeans rich in *Septoporella brachycera*, known from the Maastrichtian of southern France and northern Spain. The age of the Nazarcea Formation was argued on the basis of these characea and on the age of Nisipari Formation (Ion et al., in press).

(2b) *The Nisipari Formation* (Ion, Iva & Melinte in Ion et al., in press), Late Maastrichtian only, to entire Maastrichtian in age. It is a marine series known only from cores in the northeastern (Nisipari-Nazarcea), central (Bărăganu-Costinești-Eforie Nord) and south (General Scărișoreanu-Cornu Văii-northeast Dobromir) areas of the South Dobrogean compartment. The thickness varies between 30 and 300 m the maximum being reached in the southern extremity (Cotul Văii). There is either continuity of sedimentation between the Nisipari Formation and the underlying Nazarcea Formation, or transgressivity over the Murfatlar Formation and older stratigraphic terms. The deposition of the Nisipari Formation started in the Early Maastrichtian in the eastern part of the South Dobrogea compartment and gradually later and later westwards.

In the northeastern and southern areas, the stratigraphic successions are very similar. The basal Early Maastrichtian layers are glauconitic friable sandstones (1 m thick) in the southern area and yellowish or (2-4 m) grey chalky marls and clays with limestone pebbles in the northeastern area; they contain the planctonic foraminifera assemblage of Globotruncana falsostuarti Zone and/or benthic foraminifera assemblage of Gavelinella complanata Zone. Upwards, in the Early Maastrichtian, there follow chalk and chalky limestones, sometimes sandy, in which the assemblage with *Rugoglobigerina hexacamerata* (of Gansserina gansseri Zone) of the Gav. complanata Zone were recorded. The Late Maastrichtian is glauconitic, with clays, sandy chalky marls, friable chalky sandstones, carbonaceous sandstones, chalky or sandy massive limestones. They contain the benthic foraminifera assemblage of the Cibicides ekblomi Zone and/or planktonic foraminifera assemblage, with *Globotruncanella minuta*, of the Gansserina gansseri Zone followed by the assemblage of Abathomphalus mayaroensis Subzone.

In the central area, the Nisipari Formation succession is somewhat different, containing chalky limestones and chalk, which may be with cherty or glauconite in the Early Maastrichtian and sandy in the



În regiunea centrală a compartimentului Dobrogea de Sud, Formațiunea de Nisipari este reprezentată prin calcare cretoase și cretă care în Maastrichtianul inferior pot conține certuri sau pot fi glauconitice, iar la partea bazală pot fi grezoase. Este prezentă microfauna zonelor G. falsostuarti și Gs. gansseri și a subzonei Ab. mayaroensis.

Două transgresiuni marine, progresive, au fost identificate în sectorul sud-dobrogen al Platformei Moesice: una în timpul Santonian inferior-parte inferioară a Campanianului superior și alta în timpul Maastrichtianului. Ele sunt separate prin regresiunea din timpul părții superioare a Campanianului superior. (Prima transgresiune invadează progresiv (în special în timpul Santonianului inferior și Campanianului superior) de la nord-est spre sud-vest, iar transgresiunea maastrichtiană avansează (cu etape bine marcate în partea inferioară și superioară a Maastrichtianului inferior, partea inferioară și superioară a Maastrichtianului superior) de la est către vest. Direcția transgresiunilor demonstrează că seriile Santonian inferior pro parte-Maastrichtian din Dobrogea de Sud sunt genetic legate de Bazinul Mării Negre. Ele paleogeografic reprezintă depozitele de shelf ale acestui bazin.

Seriile santonian-maastrichtiene ale sectorului sud dobrogean al Platformei Moesice și din partea de est a Platformei Moesice de pe teritoriul Bulgariei (Iolkicev, 1989) se aseamănă din punct de vedere al secvențelor stratigrafice și al bioevenimentelor date de foraminiferele planctonice și bentonice (fide figura). Bioevenimentele index principale date de planctonice sunt aceleași și cu cele din domeniul carpatic din România (Ion, 1993 emend 1995) și din Bulgaria cât și din toată Platforma Moesică de pe teritoriul Bulgariei (Vapțarova, 1978), de exemplu: prima apariție a speciei *Globotruncana arca* are loc în Santonianul superior; prima apariție a speciei *Globotruncanita elevata* marchează limita Santonian-Campanian, iar cea a speciei *Globotruncana rugosa* limita Campanian inferior-superior; prima apariție a speciei *Globotruncana ventricosa* are loc în cadrul Campanianului inferior.

basal part. The G. falsostuarti Zone, Gs. gansseri Zone and Ab. mayaroensis Subzone were identified in this succession.

The age of the Nisipari Formation was argued on the basis of foraminifera (Ion in Ion et al., in press; Ion, in this paper).

Two marine transgressions were identified in the Dobrogean Sector of the Moesian Platform (Figure 1 a). One during the upper Early Santonian- lower Late Campanian and the other during the Maastrichtian, separated by the upper Late Campanian regression. The first transgression, progressed (especially during the Early Santonian and Late Campanian) from the northeast to the southwest, while the Maastrichtian transgression advanced (marked during lower and upper Early Maastrichtian, lower and upper Late Maastrichtian) from east to west. The trend of transgressions demonstrated that the upper Early Santonian-lower Upper Campanian and Maastrichtian series of the Dobrogean Sector of the Moesian Platform are genetically connected to the Black Sea Basin evolution. Palaeogeographically, they represent the shelf deposits of this basin.

The Santonian-Maastrichtian marine deposits of the Dobrogean Sector of the Moesian Platform are also closely related to the coeval deposits known on the east Bulgarian side of the same platform (Iolkicev, 1989) (Figure 1 b). Their stratigraphical sequences and associated bio-events marked by planktonic and benthic foraminifera are similar. The primary bio-events marked by planktonic foraminifera are the same with those known Romanian Carpathians (Ion, 1993-1995) and Bulgarian Carpathians and all Moesian Bulgarian Platform (Vapțarova, 1978), e.g.: the first occurrence of *Globotruncana arca* in the upper Late Santonian; the FO of *Globotruncanita elevata* marks the Santonian-Campanian boundary and of *Globotruncana rugosa* the Early-Late Campanian boundary; FO of *Globotruncana ventricosa* within the Early Campanian.



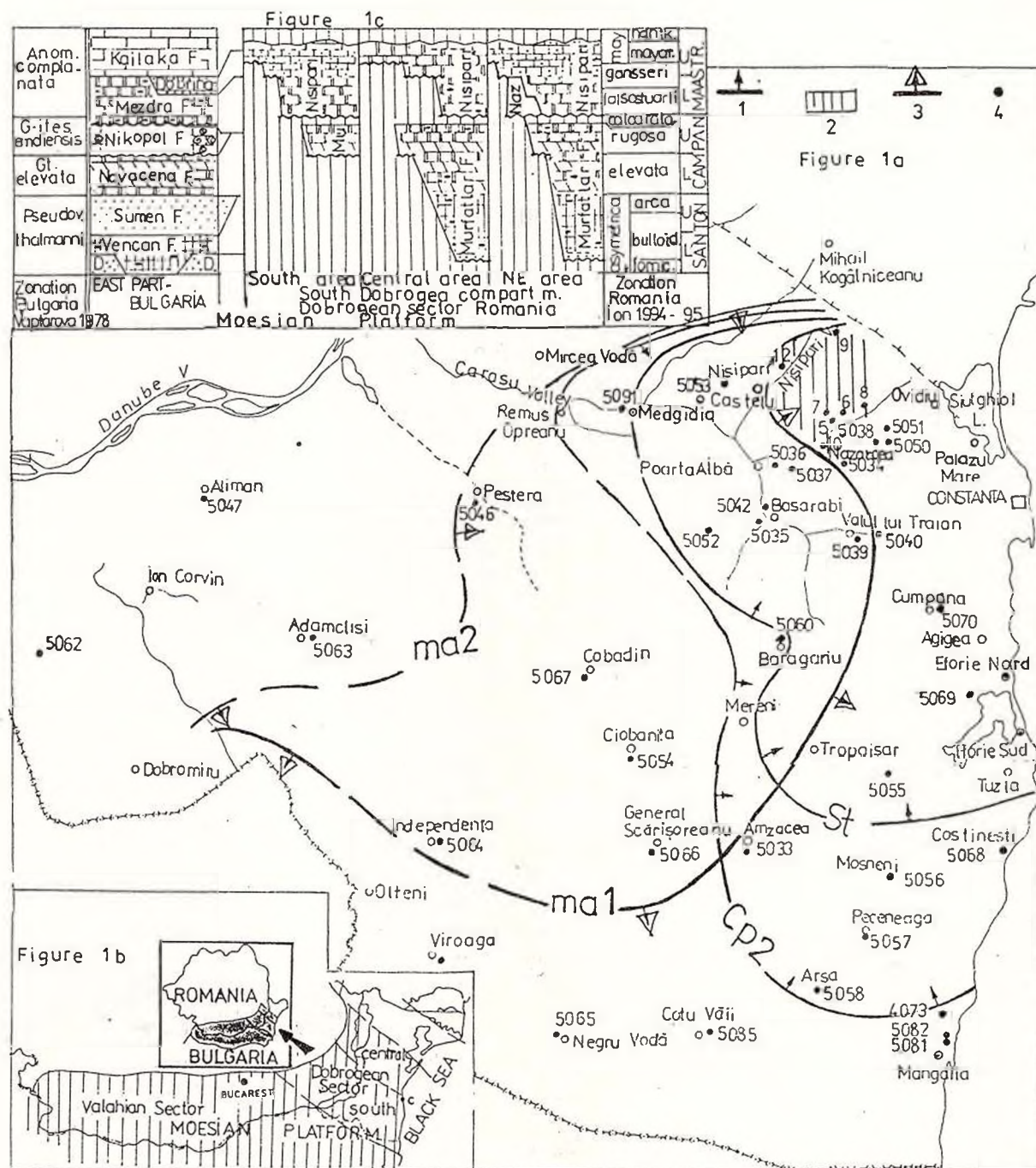


Fig. 1 - a. Etapele principale de înaintare a celor două transgresiuni și arealul de distribuție al depozitelor santonian inferioare pro parte-campanian superioare pro parte și al celor maastrichtiene în Compartimentul Dobrogea de Sud al sectorului dobrogean al Platformei Moesice. 1, Formațiunea de Murfatlar (marină); 2, Formațiunea de Nazarcea (continental-lacustră); 3, Formațiunea de Nisipari (marină); 4, foraje. b. Corelări stratigrafice, Santonian-Maastrichtianul din sectorul dobrogean-România și cel estic-Bulgaria al Platformei Moesice. c. Harta cu localizarea Platformei Moesice, sectoarele și compartimentele sale.

Fig. 1 - a. The principal moments of progressive advance of the transgression and the areal distribution of the Lower Santonian pro parte-Upper Campanian pro parte and of the Maastrichtian deposits in the South Dobrogea Compartiment from the Dobrogean Sector of the Moesian Platform. 1, Murfatlar Formation (marine); 2, Nazarcea Formation (continental-lacustrine); 3, Nisipari Formation (marine); 4, Boreholes. b. Stratigraphical correlation, the Santonian-Maastrichtian from Dobrogean Sector-Romania and eastern part-Bulgaria of the Moesian Platform. c. Location map of the Moesian Platform, its sectors and compartment.



DATE NOI DIN REGIUNEA LACU ROȘU - HĂGHIMAȘ NEW DATA OF THE LACU ROȘU - HĂGHIMAȘ MASSIF AREA

D. GRIGORE

În regiunea Lacu Roșu (mt. Ghilcoș = Mt. Ucigașu) din Masivul Hăghimaș, Carpații Orientali, există o importantă deschidere a "Formațiunii cu Acanthicum", din România.

Această formațiune este considerată termenul inferior al Pânzei de Hăghimaș (Transilvanide), care acoperă Pânza Bucovinică și suportă masivul de calcare de Stranberg, în această regiune (Săndulescu, 1975).

Depozitele Kimmeridgian-Tithonicului inferior ale acestei formațiuni sunt carbonatice și detritic-carbonatice. În Kimmeridgianul inferior predomină faciesurile carbonatice cu o mare varietate litologică: calcare nodulare roșii și verzui sau calcarenite stratificate cu intercalații subțiri marnoase. Secvența de roci kimmeridgian superior-tithonic inferioare este constituită din faciesuri detritic carbonatice: calcarenite, gresii calcaroase sau glauconitice, marne și subordonat calcare nodulare, aportul terrigen crescând spre partea superioară a intervalului. Depozitele sunt caracterizate de variații laterale de facies cât și de variații de grosime.

Pereții vestici ai Ghilcoșului au oferit o faună bogată de amoniți, ce a fost subiectul a numeroase studii stratigrafice și paleontologice. Dintre autorii anteriori trebuie menționați: Herbich (1866, 1878), Neumayr (1871, 1873), Preda și Pelin (1962), Grasu (1971), Preda (1973), Săndulescu (1969, 1975), Dragastan (1975, 1980), Turculeț (1980).

Recentele mele studii biostratigrafice au fost realizate în două tipuri de aflorimente: primul îl constituie pereții vestici ai Ghilcoșului, afectați de falii transversale și al doilea tip îl constituie blocurile alunecate, de diverse dimensiuni, acestea fiind deplasate pe distanțe mici de pereți și păstrează poziția normală a stratificației, din care ele putându-se recolta o bogată faună de amoniți, fiind mai accesibile decât pereții Ghilcoșului.

În urma corelării biostratigrafice a profilelor analizate am putut separa mai multe asociații caracteristice zonelor Kimmeridgianului:

ZONA PLATYNOTA (Taxon Range Zone) - definită ca zonă de distribuție a taxonului *Sutneria platynota* (REIN.), fosil întâlnit frecvent în acest interval.

In the Lacu Roșu area (Mt. Ghilcoș = Mt. Ucigașu) from the Hăghimaș Massif - Eastern Carpathians, there is an important exposure of the "Acanthicum Formation" in Romania. This formation is considered the lower member of the Hăghimaș Nappe (Transilvanids), which overlies the Bucovinian appo and underlies the massive Stranberg limestones in this area (Săndulescu, 1975). The Kimmeridgian - Lower Tithonian deposits from this formation are carbonaceous and detrital-carbonaceous. In the Lower Kimmeridgian the carbonatic facies is dominant, with a large lithological variety: nodular red and green limestones or arenaceous limestones, bedded, with thin interbedded marls. The Upper Kimmeridgian - Lower Tithonian rock sequence is built up of detrital-carbonaceous facies: arenaceous limestones, carbonatic and glauconitic sandstones, marls, and subsequently nodular limestones; the terrigenous fraction increasing at the upper part of this interval. All this rock sequence is characterized by lateral facies variations and thickness. Mt. Ghilcoș offered a rich Kimmeridgian - ammonitic fauna, that was the subject of many stratigraphical and paleontological studies. Previous authors have to be mentioned: Herbich (1866, 1878), Neumayr (1871, 1873), Preda and Pelin (1962), Grasu (1971), Preda (1973), Săndulescu (1969, 1975), Dragastan (1975, 1980), Turculeț (1980).

My recent detailed biostratigraphic researches had been made in two types of outcrops: the western walls of Mt. Ghilcoș, affected by transversal faults and the small or big blocks, that had slipped from the ridge, very often with their beds in normal stratigraphical position; these blocks offered a big amount of paleontological data, being more accessible than the vertical walls.

Based on the biostratigraphical correlations, we found many ammonitic assemblages characteristic of the Kimmeridgian Zones:

PLATYNOTA ZONE (Taxon Range Zone) - the *Sutneria platynota* (REIN.) taxon is frequent in all this interval. The *Phylloceratidae* are dominant in this assemblage: *Calliphylloceras manfredi* (OPPEL), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Holcophylloceras mediterraneum* (NEUM.), *Holcophylloceras polyol-*



Asociația este dominată de **Phylloceratidae**: *Calliphylloceras manfredi* (OPPEL), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Holcophylloceras mediterraneum* (NEUM.), *Holcophylloceras polyolcum* (BEN.); **Ataxioceratidae** -le sunt reprezentate de *Ataxioceras* (*Parataxioeras*) *inconditum* (FONT.). Acest interval este caracterizat de o mare densitate de fosile (30/dmc), pe o grosime stratigrafică de cca 50 cm, remarcându-se astfel o condensare stratigrafică la acest nivel.

ZONA HYPSELLOCYCLUM (Interval Zone) - poate fi definită ca zonă de interval, în absența unui taxon index (*A. hypselocyclum* sau *M. strombecki* și este marcată în bază de extincția *Sutneria platynota* (REIN.); limita superioară este marcată de prima apariție a lui *Nebroditos hospes hospes* (NEUM.). Asociația din acest interval este săracă, fiind reprezentată de **Phylloceratidae**-le prezente și în zona precedentă și **Aspidoceratidae**: *A. uninodosum* (TOULA), *A. sesquinosum* (FONT.); **Ataxioceratidae**: (*Progeronia* aff. *unicompta* (FONT.), *Orthosphinctes polygyratus* (REIN.)) și **Lytoceratidae**: (*L. polycyclum camertinum* (CANAV.)).

ZONA DIVISUM (Assemblage Zone) - este definită ca zonă de asociație taxonul index *Crussoliceras divisum* (QUENS.) fiind rar întâlnit. Limita inferioară este marcată de prima apariție a lui *Nebroditos hospes hospes* (NEUM.), limita superioară fiind trasată la apariția lui *Taramelliceras* (*T.*) *compsum compsum* (OPP.), odată cu creșterea abundenței taxonului *Aspidoceras acanthicum* (OPP.).

Asociația este caracterizată de dezvoltarea grupului *Nebroditos*: *Nebroditos hospes hospes* (NEUM.), *N. agrigentinus agrigentinus* (GEMM.), *N. agrigentinus contortus* (NEUM.), la fel de bine ca și a **Phylloceratidae**-lor: *Sowerbyceras lory morpha lory* (MUN. & CHL.) și a grupului *Presimoceras*: *P.* aff. *fucinii* (CAN.); o dezvoltare maximă o cunoaște și grupul *Sutneria*: *S.* cf. *lorioli* ZEISS, *S. hoelderi* ZEISS, *S. eumela* (D'ORB.). **Aspidoceratidae**-le sunt reprezentate de: *A. acanthicum* (OPP.), *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.) and *Pseudowaagenia micropla* (OPP.); **Phylloceratidae**-le (*Calliphylloceras manfredi* (OPP.), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Holcophylloceras polyolcum* (BEN.), *Phylloceras isotypum* (BEN.)) și **Lytoceratidae**-le (*L. polycyclum* (Neum.), sunt în declin față de **Oppeliidae** care abundă acum, cu forme de talie mare (*Taramelliceras* aff. *trachinotum* (OPP.), *Taramelliceras* cf. *compsum* (OPP.)).

Secvența de roci cuprinsă în acest interval este de aproximativ 3 m grosime.

ZONA ACANTHICUM (Acme Zone) - este definită ca zona maximei abundențe a taxonului *Aspidoceras acanthicum* (OPP.), taxon care dispare la mijlocul

cum (BEN.); the **Ataxioceratidae** are represented by *Ataxioceras* (*Parataxioeras*) *inconditum* (FONT.). This interval is characterized by a large number of fossils (30/dmc) at a max. 50 cm thickness of stratigraphical condensed layers.

HYPSELLOCYCLUM ZONE - is defined as an Interval Zone in the absence of the index taxon (*A. hypselocyclum* (FONT.) or *M. strombecki* (OPP.)), delimited by the L.O. of *Sutneria platynota* and F.O. of the *Nebroditos* taxon. Within this interval the assemblage is poor and is represented by **Phylloceratidae** (*Calliphylloceras manfredi* (OPP.), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Holcophylloceras polyolcum* (BEN.)), **Aspidoceratidae**: *Aspidoceras uninodosum* (TOULA), *Aspidoceras sesquinosum* (FONT.); **Ataxioceratidae**: *Progeronia* aff. *unicompta* (FONT.), *Orthosphinctes polygyratus* (REIN.) and **Lytoceratidae**: *Lytoceras polycyclum camertinum* (CAN.).

DIVISUM ZONE (Assemblage Zone) - is defined as Assemblage Zone, the index taxon *Crussoliceras divisum* (QUENS.) being quite seldom found in sediments. The lower boundary of the zone is marked by the F.O. of the *Nebroditos* taxon: *Nebroditos hospes hospes* (NEUM.), and the upper boundary has been separated based on the F.O. of *Taramelliceras compsum* (OPP.) and the increasing of the *Aspidoceras acanthicum* (OPP.) species. The assemblage is characterized by the developing of the *Nebroditos* group: *Nebroditos hospes hospes* (NEUM.), *N. rhodanensis* ZIEGLER, *N. agrigentinus agrigentinus* (GEMM.), *N. agrigentinus contortus* (NEUM.), as well as the *Sowerbyceras lory morpha lory* (MUN. & CHL.) and *Presimoceras* sp. aff. *fucinii* (CAN.) species and of the *Sutneria* group: *S.* cf. *lorioli* ZEISS, *S. hoelderi* ZEISS, *S. eumela* (D'ORB.). The **Aspidoceratidae** are represented by: *Orthaspidoceras liparum* (OPP.), *Orthaspidoceras uhlandi* (OPP.), *Aspidoceras acanthicum* (OPP.) and *Pseudowaagenia micropla* (OPP.). The **Phylloceratidae** (*Calliphylloceras manfredi* (OPP.), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Holcophylloceras polyolcum* (BEN.), *Phylloceras isotypum* (BEN.)) and the **Lytoceratidae** (*Lytoceras polycyclum* (Neum.), *Lytoceras polycyclum polycyclum* (NEUM.)) are in decline but the large sized forms of **Oppeliidae** (*Taramelliceras* aff. *trachinotum* (OPP.), *Taramelliceras* cf. *compsum* (OPP.)) are abundant now.

The rock sequence is of max. 3 m in thickness.

ACANTHICUM ZONE (Acme Zone) - is defined as an *Aspidoceras acanthicum* (OPP.) taxon range that reaches after a large abundance, its L.O. at the midst of this interval. In the lower part of the zone we have the L.O. of *Holcophylloceras polyolcum* (BEN.), *Sowerbyceras tortisulcatum* (D'ORB.), *Sowerbyceras lory morpha lory* (MUN. & CHL.), and the upper boundary



acestui interval. Limita inferioară este marcată de prima apariție a lui *Taramelliceras (T.) compsum compsum* (OPP.) și de dispariția *Phylloceratidae*-lor *H. polyolcum* (BEN.), *Sow. tortisulcatum* (D'ORB.),

Sow. lory (MUN. & CHL.); iar limita superioară fiind marcată de apariția primului reprezentant al genului *Hybonoticer*.

Asociația cuprinde: *Taramelliceras (T.) compsum compsum* (OPP.) mf. *compsum* (OPP.), *Taramelliceras compsum compsum* (OPP.) mf. *holbeini* (HERB.), *Taramelliceras pugile psedopugile* SARTI, *Aspidoceras* sp. aff. *longispinum* (OPP.), *Aspidoceras acanthicum* (OPP.) (cochilii de talie mare); din grupul *Nebrodit*: *N. agrigentinus contortus* (NEUM.), *N. favaraensis* (GEMM.) mf. *pasubiensis* SARTI; din grupul *Sutneria*: *S. eumela* (D'ORB.), *S. cf. lorioli* ZEISS, *S. hoelderi* ZEISS, *S. lorioli* ZEISS care, după un maximum în baza zonei, dispar. La partea superioară a zonei este întâlnit un nou reprezentant al *Lytoceratidae*-lor: *L. orsinii* GEMM..

Secvența de roci cuprinsă în acest interval este la fel de bine dezvoltată în grosime ca și în precedenta (3 m).

Intervalul Zonelor EUDOXUS-BECKERI - intervalul corespunzător acestor biozone, cuprins în cca 4 m grosime stratigrafică include o succesiune de calcare și calcarenite cenușii, marne și gresii glauconitice, cu o săracă faună fosilă, întâlnindu-se în special mulaje deformate în nivelele marnoase. Limita inferioară poate fi trasată la apariția primului reprezentant din grupul *Hybonoticer*; *H. aff. harpephorum* (NEUM.); limita superioară fiind trasată sub nivelul apariției lui *Ptychophylloceras ptychoicum* (QUENS.). Speciile caracteristice întâlnite în acest interval sunt: *Hybonoticer* sp. aff. *harpephorum* (NEUM.), *Hybonoticer knopi* (NEUM.) și *Sowerbyceras lory* mf. *pseudosilenum* SARTI, alături de brahiopodul *Pygope janitor* (PICT.) abundent pe tot intervalul.

Prezența Zonei BECKERI este atestată în regiune de autori anteriori (Neum.), prin existența unei asociații caracteristice.

Limita Kimmeridgian-Tithonic este trasată temporar datorită faunei sărace (până în prezent), unica indicație fiind dată de apariția lui *Ptychophylloceras ptychoicum* (QUENS.), alături de *Hybonoticer knopi* (NEUM.), *Lithacoceras* sp. aff. *ulmensis* (OPP.) și *Sowerbyceras lory* mf. *pseudosilenum* SARTI, a cărui extincție are loc în acest interval.

is marked by the F.O. of *Hybonoticer*. The assemblage is: *Taramelliceras compsum compsum* (OPP.) morpha *compsum* (OPP.), *Taramelliceras compsum compsum* (OPP.) morpha *holbeini* (OPP.), *Taramelliceras pugile psedopugile* SARTI, *Aspidoceras* sp. aff. *longispinum* (OPP.), *Aspidoceras acanthicum* (OPP.), with large sized conchs; from the *Nebrodit* group are present: *N. agrigentinus contortus* (NEUM.), *N. favaraensis* (GEMM.) morpha *pasubiensis* SARTI, and from *Sutneria* group: *S. eumela* (D'ORB.), *S. lorioli* ZEISS, *S. cf. lorioli* ZEISS, *S. hoelderi* ZEISS, with a maximum abundance in the lower part of the zone, after which they become extinct. In the top a new member of the *Lytoceratidae*: *Lytoceras orsinii* GEMM. is to be found.

This rock sequence is as well developed as the previous one.

EUDOXUS - BECKERI Zones - the corresponding interval of these biozones, within a 4 meters thick sequence, includes a succession of arenaceous grey limestones, marls and glauconitic sandstones with poor faunal indications, especially ammonitic deformed imprints. The lower boundary is based on the F.O. of *Hybonoticer* and the upper boundary of this rock sequence was considered at the F.O. of *Ptychophylloceras ptychoicum* (QUENS.). The characteristic species which occur in this interval are: *Hybonoticer* sp. aff. *harpephorum* (NEUM.), *Hybonoticer knopi* (NEUM.) and *Sowerbyceras lory* morpha *pseudosilenum* SARTI as well as *Pygope janitor* (PICT.) brachiopod (abundant).

The BECKERI ZONE has been described in this region by previous authors who proved the existence of the index taxon: *Hybonoticer beckeri* (NEUM.) and its assemblage.

The Kimmeridgian-Tithonian boundary is traced temporarily because of the insufficient paleontological elements (at this moment), the only clue being the F.O. of the *Ptychophylloceras ptychoicum* (QUENS.) taxon beside *Hybonoticer knopi* (NEUM.), *Lithacoceras* sp. aff. *ulmensis* (OPP.) and *Sowerbyceras lory* (MUN. & CHL.) morpha *pseudosilenum* SARTI (extinct now).



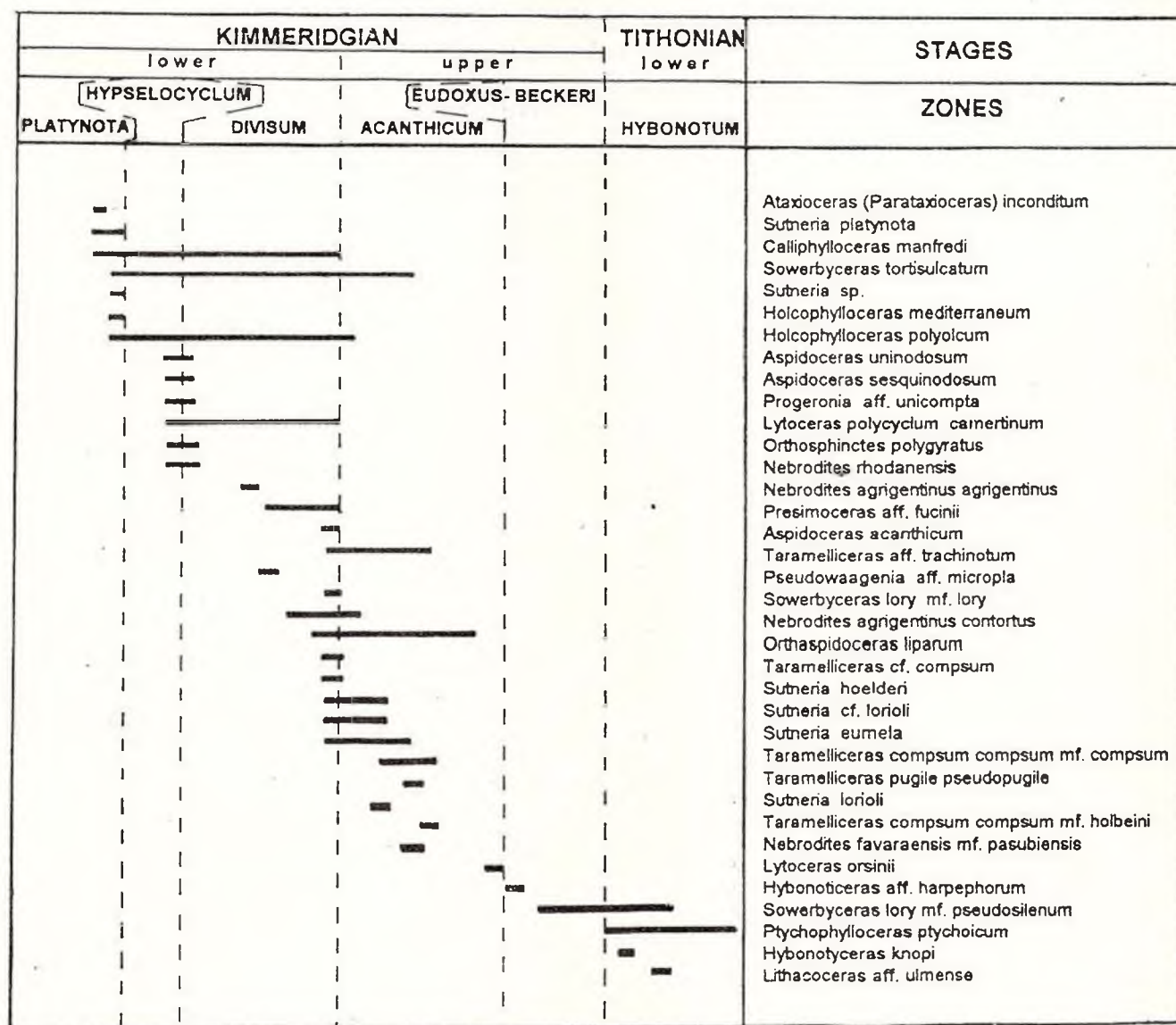


Fig.

Biostratigraphic view of the Kimmeridgian deposits in the Lacu Roșu area (by D. Grigore).
 Biostratigraphic view of the Kimmeridgian deposits in the Lacu Roșu area (by D. Grigore).

HIDROGEOLOGIA FORMAȚIUNILOR CUATERNARE DIN BAZINUL VALEA RÂMNA-VALEA PUTNA HYDROGEOLOGY OF QUATERNARY DEPOSITS IN THE PUTNA-RÂMNA INTERSTREAM

P. CRĂCIUN, E. MOGOȘ, G. CIOBANU, ȘT. GRIGORESCU

Cercetările de teren și analiza profilelor de sonde hidrogeologice din partea nord-estică a bazinului Dacic au condus la identificarea a două sisteme acvifere de adâncime în formațiunea cuaternară.

Sistemul acvifer inferior este localizat în secvența superioară psamo-psefitică a complexului de Căndești-Frățești (Pleistocen inferior) și cuprinde ca suprafață atât zona piemontană cât și arealul câmpiei. Se caracterizează prin presiuni de strat cu manifestare ascensională pe aproape întreg cuprinsul regiunii (nivel piezometric la adâncimi de 30–45 m în piemont și 12–28 m în câmpie).

Sistemul acvifer superior cuprinde acviferele multistrat generate în orizonturi de nisipuri, pietrișuri și bolovănișuri situate în câmpie la adâncimi de până la 120 m (Pleistocen superior). Imaginea dată de harta piezometrică întocmită indică o curgere subterană vest-est, către o zonă de drenaj natural situată pe valea Siretului. Această situație trebuie interpretată în sensul că aria actuală a văii Siretului reprezintă la nivelul depozitelor pleistocene o zonă de subsidență cu rol de acumulare a apelor subterane și probabil o descărcare a acestora spre sud în aluviunile Dunării.

Făcând o estimatie a capacității de scurgere subterană, după criteriul transmisivității, se constată că zona cu potențial foarte crescut se plasează la est de o linie NE-SV care trece prin Focșani.

Din datele hidrochimice referitoare la complexul acvifer superior rezultă că pe întreaga regiune subsidentă caracterele chimice sunt neuniforme atât din punct de vedere al mineralizației totale a apei, cât și a tipurilor hidrogeochimice. Conținutul mineral solid dizolvat are un ecart de variație semnificativ de la 500–1500 pgm (Fig.).

Concentrații mici se întâlnesc pe marginea vestică a câmpiei piemontane joase, iar valorile maxime dispersează în regiunea câmpiei joase și luncă.

Din punct de vedere al compoziției ionice se constată o participare complexă a mai multor ioni la definirea faciesului hidrochimic.

Field investigation and analysis of geologic well profiles in the north-eastern part of the Dacic Basin lead to the identification of two confined aquifer systems in Quaternary formation.

The lower aquifer system is developed in the Căndești-Frățești sequence which is composed of sand, gravel and pebbles at the top.

This aquifer has been tapped by water wells drilled in different points of the high piedmont area and on the plain. It is an artesian aquifer over the whole areas of the plain.

The piezometric level is situated at depth ranging from 30 m to 45 m in the piedmont and from 12 m to 28 m on the plain.

The upper aquifer system comprises groundwater horizons located in a sand and gravel sequence at depths varying from 20 m to 28 m.

The piezometric map performed on the basis of field investigation suggests that the groundwater flow has a W-E direction, to a drainage zone near the Siret Valley. This area has to be interpreted as a subsidence zone for Pleistocene deposits where groundwater accumulates and from there it moves to the south-east discharging in the Danube alluvial deposits.

The spatial distribution of subsurface flow capacity, according to the transmissivity criterion, indicates a high potential zone to the east from conventional north-south line passing through the Focșani district.

Hydrochemical data regarding the upper aquifer have been used to elaborate some maps showing spreading of the total dissolved solids geochemical types of groundwater, and water hardness. All these characteristics are nonuniformly distributed over the region (Fig.).

The smaller concentration (400 ppm) occurs on the west piedmont piedmont plain and the highest values (1500 ppm) are on the lower plain. It is to note a complex ions contribution in defining hydrogeochemical facies. The major anions are HCO_3^- , Cl^- and SO_4^{2-} , and the cations Ca^{2+} , Na^{+2} and Mg^{2+} . Four chemical types were distinguished $\text{CO}_3\text{H-Ca}$,



Dintre anionii prezenți sunt predominanți HCO_3^- , Cl^- și SO_4^{2-} , iar pentru cationi Ca^{+2} , Na^{+2} și Mg^{+2} . Cu această constituție s-au putut defini tipurile bicarbonat calcic, bicarbonat sodic și clorurat sodic și sulfat sodic.

Pentru a se obține unele informații asupra comportamentului rocilor acvifere în condiții de exploatare îndelungată s-au efectuat încercări geomecanice pe probe de nisipuri cuaternare, prelevate din sonde, la adâncimi de 200–300 m. Rezultatele încercărilor au arătat că rocile acvifere se comportă elasto-plastic, punându-se în evidență deformații ireversibile ale volumului de pori, ceea ce conduce la diminuarea capacității acvifere. S-a studiat de asemenea și variația coeficientului de compresibilitate al rocii acvifere în condițiile unor detensionări ciclice, rezultând o diminuare a acestui parametru cu cca 60 % pe parcursul a cinci cicluri.

Cercetările pentru termoluminescență s-au concretizat în construirea curbelor de strălucire naturală pentru șapte probe de silturi cuaternare. Aceste probe au dat semnal pozitiv de termoluminescență, remarcându-se maximele ridicate în intervalul 400–460 °C.

$\text{CO}_3\text{H-Na}$, Cl-Na and $\text{SO}_4\text{-Na}$.

To get some information on the geomechanic behaviour of aquifer rocks some experimental tests have been performed. During the experiment the sample deformations were caused by the vertical stress which is analogous with hydrostatic pressure variations in natural aquifer systems.

The conclusion drawn is that in the case of several cyclic withdrawals of groundwater, the porous rock compressibility is not linear and some irreversible deformations occur.

This phenomenon determined the reduction of the aquifer compressibility by 60 percent after five cycles.

Thermoluminescence research is focused on laboratory measurements on TL sensitivity of seven silt samples. They have been collected from Quaternary silt outcrops in the Romanian Plain. The natural TL curves drawn show a stable high peak in the temperature interval from 400–460 °C.



ANALIZA PE MODELE DE SIMULARE A CARACTERISTICILOR HIDROGEOLOGICE ÎN PARTEA CENTRALĂ A BAZINULUI DACIC AN ANALYSIS OF THE HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE CENTRAL PART OF THE DACIC BASIN, BASED ON SIMULATION MODELS

ȘT. GRIGORESCU, G. GRIGORESCU, R. MAFTEI, C. DINULESCU

În această eră post-industrială, când civilizația noastră caută cu asiduitate să cucerească spațiul și să modeleze timpul, noi constatăm cu îngrijorare că universul este limitat, că resursele cunoscute și posibilitățile de regenerare sunt din ce în ce mai restrictive, că natura în fiecare segment ecologic prezintă sensibilități diferite.

Mediul în care trăim nu scapă de această regulă naturală iar poluarea atmosferică, maritimă sau fluvială nu cunoaște frontiere.

Prin urmare, responsabilitatea fiecărui stat (și în interiorul acestuia, a fiecărui operator industrial) de a nu se găsi într-o solitară, ci într-una solidară la care toate statele se găsesc legate între ele pe baze egale, apare ca determinantă în conservarea mediului de unde luăm resursele necesare vieții.

În prezent, pentru un număr mare de regiuni ale globului, conjugarea factorilor geologici și hidrogeologici favorabili permit alimentarea continuă a rezervoarelor subterane, pornind de la precipitații, care asigură un surplus de apă atât în acvifer cât și în râurile care traversează formațiunea acviferă.

Această schemă se aplică în România în cazul Bazinului Dacic, dar în mod egal pentru toate bazinele sedimentare cu climat temperat.

In this post-industrial era, when our civilisation searches with assiduousness to conquer the space and to model the time, it comes out that our universe is limited, that the resources known and the regenerated ones, are more limited, that our world is not alone, that the nature which surrounds us is diverse, continuously changing, sometimes unpredictable, and in each place of this world, in each season, in any ecological system, the nature presents original potentials.

Our environment is submitted to this natural rule and the atmosphere, sea or river pollution has no limit.

That is why, every country's responsibility (and within every industrial operator) is to adopt a policy of solidarity and not a separate one, tied on equal bases for the conservation of geological environment from which we are taking the necessary resources; thus it appears as decisive for the prevention and the control of geological risk phenomena.

Actually, for a great number of the world regions, the conjugation of favourable geological and hydrogeological factors permits the permanent supply of the underground reservoirs starting from the rain falls which provides permanent excess of water, both in aquifers and rivers which cross the aquifer formations.

This scheme is virtually used in Romania (the Dacic Basin case), but equally for all the sedimentary basins with temperate climate.

Considerații hidrogeologice regionale

Din corelarea litologică examinată în concordanță cu sinonimizarea straturilor de lignit rezultă că există o serie de orizonturi acvifere cu dezvoltare areală mare, localizate în depozitele daciene și romaniene inferioare și cu discontinuități neuniforme în cele romaniene medii-superioare.

Regional hydrogeological considerations

In this stage, the researches carried out between Olt-Oltet-Amaradia-Jiu (Dacic Basin), one of the most important from the viewpoint of water resources, have spotlighted an almost permanent level, in the entire Pliocene Basin of Oltenia, which generates the main aquifer (at regional scale), easy to recognize because it has as a substratum either (directly) Upper Pontian sandy marls, or (in the great to the majority of zones) a level of friable sands which overlie directly compact marls, with typical Pontian fauna, as it was observed



În perimetrele cu cărbuni unde s-au separat ținând seama de poziția acestora față de principalele strate de cărbuni (Crăciun, 1984, Crăciun și Grigorescu, 1989), acest criteriu s-a putut aplica relativ ușor pentru suprafețe restrânse din cadrul perimetrelor miniere, unde sinonimizarea stratelor de cărbuni a fost în mod unic realizată ca urmare a existenței unei rețele dese de foraje de exploatare. Însă problema corelării orizonturilor nisipoase între perimetrele de exploatare și pe întreg arealul Olteniei conduce la dificultăți greu de depășit în etapa actuală pentru partea superioară a secvenței cu cărbuni.

Prezentăm în tabelul de mai jos separarea orizonturilor acvifere în cadrul fiecărui perimetru potrivit rapoartelor asupra forajelor de exploatare și a studiilor întreprinse.

Se constată că numărul cel mai mare de acvifere identificate apare în sectorul Jiu-Jilț, situat pe aria avansosei, în partea ei axială. În aria platformei acviferelor din depozitele dacian-romanian inferioare se reduce atât ca număr cât și ca grosime.

Analizând dispunerea spațială a nisipurilor din baza complexului cărbunos, respectiv din baza Dacianului, constatăm că ele reprezintă un orizont aproape continuu pe întregul bazin al Olteniei. Aceste nisipuri generează acviferul principal din baza complexului cu cărbuni. El se recunoaște prin aceea că are ca substrat fie direct marnele nisipoase pontiene superioare sau în cele mai multe sectoare un orizont de nisipuri slab coezive care stau direct pe marne compacte, cu faună pontiană caracteristică.

Se admite că acviferul principal, situat în baza complexului cărbunos constituie și reperul hidrogeologic regional față de care se poate raporta poziția celorlalte acvifere, în special acelea situate între stratele principale de cărbuni.

on the outcrops of the Dacian Formation, which is the same with the supply area of this aquifer corroborated with the geological and geophysical information proceeded from the performed drillings (among Olt-Olteț-Amaradia).

According to the lithological correlation which is examined in concordance with the synonymy of lignite beds, the existence of aquifer levels with large regional development is found, situated in the Dacian and Lower Romanian deposits, and with nonuniform discontinuities in the Middle-Upper Romanian deposits, in the coal-mining zones where these aquifers are separated in respect of to their position given by the main coal beds (Crăciun, 1984, Crăciun and Grigorescu-1989).

These criteria have been easily used for limited areas in the coal mining zones, where due to the density of exploitation boreholes, a good correlation of the coal beds was achieved. But the sandy level correlation problem in the exploitation perimeters and in the entire Oltenia area leads to problems which are difficult to surpass at this moment for the upper part of the coal sequence.

We will present a table with the aquifer levels as a part of every perimeter in keeping with the exploitation wells studies.

It comes out that the greatest number of aquifers which are identified is in the Jilț-Jiu sector, which is situated in the centre of the foredeep area. Towards the platform area, the aquifers which are situated in the Dacian-Lower Romanian deposits, are reduced both in number and thickness.

Analysing the spatial arrangement of the sands from the coal complex base (Dacian base), we have established that they represent an almost permanent level on the entire Oltenia Basin. These sands generate the

Sinonimia cărbunelui local

The local coal synonymy

Level	Tărăia-Bistrița	Amaradia-Tărăia	Mihăita-Ișalnița	Jiu-Jilț
Upper aquifers	Overburden VI coal bed	Overburden V coal bed	Overburden VII coal bed	Overburden X coal bed
Medium aquifers	Intercalation III-V, I-II coal beds	Intercalation II-IV, I-II coal beds	Intercalation V-VI coal beds	Intercalation VII-VIII, V-VI, IV-V coal beds
Lower aquifers	Lay bed I coal bed	Lay bed I coal bed	Lay bed V coal bed	Lay bed IV coal bed

Pentru caracterizarea acviferului bazal s-au analizat datele forajelor hidrogeologice executate pentru zăcămintele de cărbuni, precum și unele informații provenite de la foraje pentru alimentarea cu apă.

main aquifer from the coal complex base. We can acknowledge it by the fact that it has as substratum either, directly, the Upper Pontian sandy marls or, in the most sectors, a friable sand level which lies on compact marls with characteristic Pontian fauna.



Distribuția zonelor în care a fost investigat cu foraje acviferul menționat este destul de neuniform pe acest areal. Perimetrele cu cele mai multe date se situează în nordul interfluviului Olt-Jiu și în câteva zone din jumătatea sudică a Olteniei, cum sunt Ișalnița-Mihăiță-Predești, Pielești-Ghercești-Balș.

Dezvoltarea continuă a orizontului acvifer bazal justifică tendința de constituire a unei noi imagini cartografice regionale pentru suprafața piezometrică (fig.).

În partea nordică a regiunii configurația izopiezelor indică un drenaj natural în general de la NW-SE cu unele schimbări locale. Cotele maxime de peste 200 m se găsesc în zonele nordice și nord-vestice. Spre confluența Jiu-Motru ele scad la cca 120 m.

Analizând dispunerea pe verticală a nivelelor piezometrice în cuprinsul zonei Jiu-Olt, în raport cu superpoziția stratelor de nisipuri în care sunt generate acvifere, se constată două situații diferite. Astfel, în cea mai mare parte a regiunii suprafețele piezometrice se suprapun concordant cu superpoziția stratelor de nisipuri, în sensul că stratele de nisipuri superioare au nivele piezometrice mai ridicate decât cele inferioare.

Aceste condiții se întâlnesc atât în perimetrele din apropierea zonelor de aflorare (Tăraia-Bistrița, Amaradia-Tăraia, Jiu-Jilt), cât și în sectoarele sudice situate în acest interfluviu.

Se întâlnesc și situații inverse (Mihăiță-Ișalnița) în care acviferul bazal are cote piezometrice superioare acviferelor localizate între stratele V-VI și acoperișul stratului VII.

În zona Ișalnița-Mihăiță toate acviferele de adâncime (sub cca 40 m) se manifestă artesian. Pe valea Jiului, începând de la cca 15 km sud de Craiova spre Dunăre, caracterul artesian descrește până la dispariție.

Această afirmație este susținută de situația unui foraj pentru alimentare cu apă la Tâmburești (cca 30 km sud de Craiova) unde nivelul piezometric pentru același acvifer se găsește la cca 20 m adâncime, amplasamentul sondei fiind în zona de terasă joasă. Schimbarea caracterului artesian la sud de zona Ișalnița-Mihăiță se datorează condițiilor structural-tectonice din această regiune.

Din multitudinea acviferelor cunoscute s-a identificat acviferul bazal cu dezvoltare continuă care constituie un reper hidrogeologic pentru complexul de nisipuri din Dacian-Romanian.

Din cercetările cu foraje hidrogeologice efectuate în perimetrul Rovinari est și Poiana, reiese că în zona văii Jiului cotele nivelului piezometric variază între 150 m (în sud) și 177 m (sectorul nordic). Spre nord-est, valea Gilortului, sectorul Bratua-Pojogeni-Tg. Cărbunești, suprafața piezometrică se ridică la cote de 215-225 m. Spre sud în zona Filiași, cotele piezometrice coboară

It is in general agreement that the main aquifer, which is situated in the coal complex base, constitutes the regional hydrogeologic marker, depending on which the situation of other aquifers refer, especially those which are situated between the main coal beds.

In order to characterise the lower aquifer, the hydrogeologic well information (for the coal deposits), as well as some information from the water supply wells were analysed.

The distribution of the zones where this aquifer was investigated is rather uniform in this area. The zones with most information is in the northern part of the area situated between the Olt and Jiu rivers and in some zones from the southern-half of Oltenia, such as: Ișalnița-Mihăiță-Predești, Pielești-Ghercești-Balș.

The continuous development of the lower aquifer justifies the necessity to create a new regional map of the piezometric surface (Fig.).

In the northern part of this region, the configuration shows a natural flowing, generally from NW to SE, with some local changes. The maximum piezometric elevation (over 200 m) is in the northern and north-western zones. At the Jiu-Motru confluence, this elevation is reduced to 120 m.

In analysing the vertical disposition of the piezometric levels in the Jiu-Olt area, in relation with the sand beds superposition (which are the aquifers in the study area), two different situations are observed.

In most of the region, the piezometric surfaces coincide with aquifers of the sand beds intercalations, meaning that the upper sand beds have higher piezometric levels than the lower ones.

These conditions are found both in the areas in which the aquifers outcrop, (near Tăraia-Bistrița, Amaradia-Tăraia, Jiu-Jilt) and in the southern sectors located in the Jiu and Olt interfluve.

There are also reverse situations (Mihăiță-Ișalnița), where the lower aquifer has piezometric elevations higher than those of the aquifers situated between coal beds V and VI and the overburden of coal bed VII.

In the Ișalnița-Mihăiță region, all the aquifers more than 40 m deep are artesian. In the Jiu Valley, from 15 km south of Craiova towards the Danube, the artesian nature of these aquifers, diminishes to disappearance.

This statement is supported by the water supply well, emplaced on the low terrace zone, in Tâmburești (about 30 km south of Craiova), where the piezometric level for the same aquifer is situated at the depth about 20 m. The changing nature of the aquifer, from confined to freatic, towards south of Ișalnița-Mihăiță zone, is due to the tectonic and structural conditions of this region.

From the multitude of known aquifers, the lower aquifer is continuously represented in the region and is identified as a hydrogeological marker for the Dacian-



la 121 m. Din această distribuție reiese că în interfluviul Jiu-Gilort, curenții acviferi în nisipurile gețiene urmează un drenaj natural sud-vest și mai redus spre sud, cu gradientii hidraulici mai accentuați în direcția sud-vest decât spre sud.

În sectorul Gilort-Valea Cernei distribuția cotelor piezometrice atestă un drenaj diaspore nord către sud, în partea nordică a zonei și dinspre sud spre vest în restul ariei dintre cele două văi. În partea de nord poziția suprafeței piezometrice se situează între 270-310 m pe limita de aflorare a Gețianului și coboară apoi spre sud la cote mai mici după cum urmează: 250 m (Lădești), 150 m (Bălcești), 122 m (Filiași).

În ceea ce privește interfluviul Cerna-Olt, dispunem numai de câteva nivele piezometrice măsurate, care sunt insuficiente pentru interpretarea condițiilor hidrogeologice ale acviferului bazal. Totuși în mod orientativ am estimat în câteva puncte (Slatina, Drăgășani, Mitrofani) dintre Cerna și Olt, cotele piezometrice prin comparație cu situația cunoscută la est de Olt. Din alura izoliniilor de pe hartă rezultă că la vest de Cerna ar exista drenaj către Olt, însă cu gradienti mai scăzuți decât aceia din partea de nord a interfluviul Jiu-Olt.

Această caracteristică a curenților acviferi ar fi determinată de poziția mai coborâtă a ariei de alimentare din zona vâii Oltului (Râureni-Budești) față de sec-toarele de la vest de Olt unde apar depozite gețiene la suprafață.

Din examinarea distribuției izoliniilor, prin care se estimează presiunile hidrostatice ale orizontului bazal se constată că valorile subpresiunilor hidrostatice cresc de la nord spre sud (respectiv de la 100 m col. apă la 325 m col. apă), valorile maxime spre sud atinse pe un aliniament Filiași-sud-Bălcești.

În ansamblu se constată câteva sectoare unde subpresiunile sunt mai mici de 150 m col. apă, ca de exemplu zona Rovinari-Poiana, sectorul de la est de Tg. Cărbunești și Jupănești.

Totodată se observă dezvoltarea unei largi zone în sectorul delimitat astfel: Turceni-Gârbovu-Bărbătești-Bălcești cu subpresiuni destul de mari de peste 250 m col. apă.

Pentru caracterizarea capacității de curgere în acvifer s-a realizat o zonare a transmisivității corespunzătoare grosimilor de nisipuri care au fost testate hidrogeologic prin foraje.

Intrucât există unele foraje care au testat parțial nisipurile bazale (dar pe o bună parte a grosimii lor) este de presupus ca în acele puncte valorile de transmisivitate să fie mai mari.

Romanian sand complex.

The study of the hydrogeological wells from the East Rovinari and Poiana region, shows that in the Jiu Valley zone, the piezometric elevations level is between 150 m (in the south) and 177 m (in the north). Towards the north-west, the Gilort Valley, in the Brătuia-Pojogeni-Tg. Cărbunești sector, the piezometric surface rises to 215-225 m. To the south, in the Filiași zone, the piezometric elevations descend to 121 meters. This distribution shows that between Jiu and Gilort rivers the groundwater flow in the Getian sands aquifer follow a south-west natural path, and to a less extent to the south. The hydraulic gradients are steeper in the south-west direction than in the south.

In the Gilort-Cerna Valley sector, the piezometric elevations distribution certifies a north to south flow in the northern sector of the zone and a north-east to south-west flow, in the rest of the zone. In the north, the piezometric surface is situated between 270 and 310 m, on the occurrence limit of the Getian, while in the south the elevations are lower: 250 m (Lădești), 150 m (Bălcești), 122 m (Filiași).

As for the zone between the Cerna Valley and the Olt Valley, there are only few measured the piezometric levels, insufficient for the interpretation of the lower aquifer hydrogeological conditions. However, we made estimations in some places (Slatina, Drăgășani, Mitrofani) situated between the Cerna and Olt Valleys, on the piezometric elevations by comparing them with the known situation from the east of the Olt Valley. The shape of lines on the map indicates that west of Cerna Valley there the existence of a flow towards the Olt Valley is possible but with gradients smaller than those from the northern zone, situated between the Jiu and Olt Valleys.

This aquifers current characteristic is determined by a lower position of the supply area in the Olt Valley zone (Râureni-Budești), versus the areas situated in the west of the Olt Valley, where the Getian deposits outcrop.

The isolines distribution (for the assessment of the hydrostatic pressures of the lower level), shows that the thickness of the wet column increases from north to south (from 100 to 325 m water column). The maximum values are in the southern region (a line between Filiași-South Bălcești).

It occurs that in some areas, the wet water column is less than 150 m, as in the case of the Rovinari-Poiana zone, the sector east of Târgu Cărbunești and Jupănești.

At the same time, the development of a large zone with high hydrostatic pressures, over 250 m water column, is observed in the Turceni-Gârbovu-Bărbătești-Bălcești sector.



Valorile transmisivității variază în limite destul de largi de la câteva unitați la peste 100 m.p./zi, peste 50 m.p./zi în partea mediană a interfluviul Olt-Jiu, 10 m.p./zi pe valea Jiului, sectorul Ișalnița-Filiași-Barbătești.

Rezultatele obținute în cadrul cercetărilor efectuate (precizarea ariei de alimentare, identificare a acviferului reper, noua imagine cartografică regională a parametrilor hidrogeologici), conduce la îmbunătățirea gradului de cunoaștere, necesar strategiei de restructurare a activității de cercetare aplicativă în domeniul hidrogeologiei ambientale.

A transmissivity zonation was outlined, which corresponds to the thickness of the aquifers which were penetrated by wells tested to characterise the hydrologic parameters of the aquifer.

Since some wells did not penetrate the whole thickness of the lower sands, we may suppose that in those points, the transmissivity values are higher.

The transmissivity values vary from a few m^2/day to over $100 \text{ m}^2/\text{day}$. In the central zone situated between the Olt and Jiu Valleys, the Ișalnița-Filiași-Bărbătești sector transmissivity values over $50 \text{ m}^2/\text{day}$ are common.

The result of our studies (the explanation of the supply area, the knowledge of the marker aquifer, the new regional map drawing image of the hydrogeologic parameters) leads to the improvement of the degree of knowledge which is necessary to reshape the applied research activity in environmental hydrogeology.



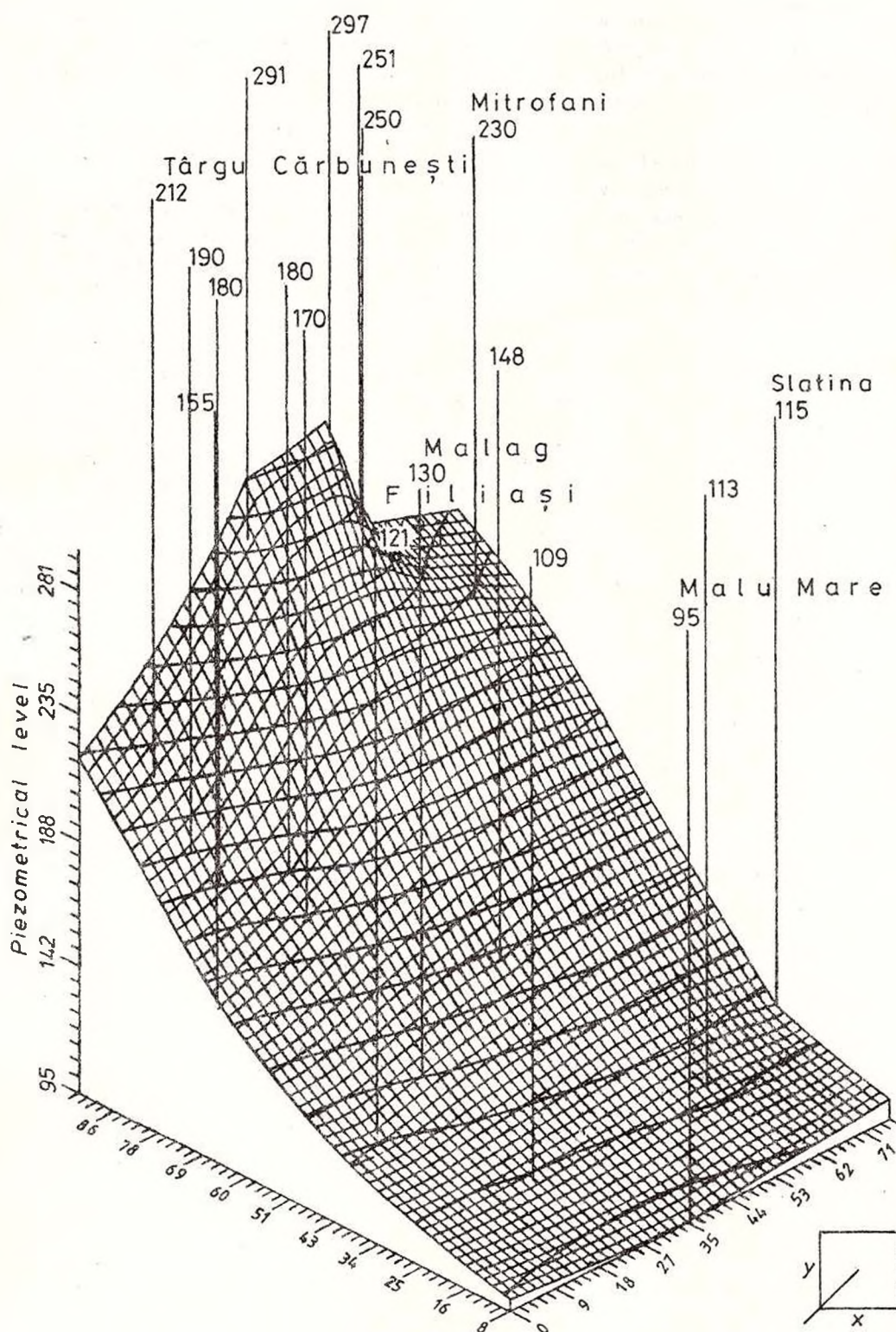


Fig.
Piezometric map



MINERALE DE BISMUT DIN ROMANIA. ZONA VALEA SEACĂ BISMUTH MINERALS IN ROMANIA. VALEA SEACĂ AREA

Gh. ILINCA, Șt. MARINCEA

Perimetrul studiat se găsește în Munții Bihor, în bazinul superior al Văii Seci, la sud de confluența cu Valea Galbenă. În aureola de contact a unui corp granodioritic de vârstă Paleocen-Ypresian, pe fondul unor calcare barremian-beduliene, se dezvoltă skarne calcice cu andradit (45,06 mol % grossular, 2,83 mol % pyralspite), grosular (27,38 mol % andradit, 3,33 mol % pyralspite), vezuvian, wollastonit, diopsid (5,32 mol % hedenbergit, 0,32 mol % johansenit), epidot, Fe-tremolit, clinoclor, stilbit, cuarț și calcit. Pe fondul neoformațiilor metasomatice apar mineralizații poilimetalice complexe cu hematit, magnetit, pirotină, marcasită, pirită, cobaltină, gersdorfit, arsenopirită, galenă, blendă, sulfuri, sulfosăruri și telururi de Pb (\pm Ag, Cu)/Bi, calcopirită, bornit, mackinawit, calcozină, digenit, covellină, molibdenit și diverse minerale supergene (sulfați, carbonați, oxizi și hidroxizi de Cu (=Fe)).

Studiul a pus în evidență o bogată asociație de minerale de bismut, în marea lor majoritate necitate anterior în această ocurență: heyrovskyit, lillianit, cosalit, cannizarit, galenobismutină, aikinit, friedrichit, hammarit, krupkait, bismutină, hodrushit, cuprobismutină, wittichenit, matildit, bismut nativ, aleksit, tetradymit, joseit A, joseit B, hessit. Diagnosticul și caracterizarea cristalochimică a fazelor bismutifere se bazează pe un număr însemnat de analize chimice cantitative realizate cu microsonda electronică în cadrul laboratorului de mineralogie al Muzeului Național de Istorie Naturală din Paris și al Institutului de Muinalogie din Würzburg-Germania. Diversitatea asociației menționate se explică pe de-o parte prin faptul că stabilitatea sulfosărurilor este doar cu puțin superioară celei a sulfurilor elementare componente (Bi_2S_3 , PbS, Ag_2S și Cu_2S), iar pe de altă parte, prin faptul că cel mai frecvent ele se formează prin reacția unei faze solide (ex. galenă, lillianit) cu soluții ionice reziduale bogate în Bi (\pm Ag) sau Cu. Studiul microscopic al mineralizației a permis precizarea contextului paragenetic în care se formează fazele bismutifere, în speță, distingerea a cinci stadii de depunere endogenă relativ distincte din punct de vedere chimic:

(1) – Fe – secvența debutează cu hematit și magnetit care se înlocuiesc reciproc, indicând un regim de fluctuație a fugacității oxigenului. Oxizii de Fe sunt

The studied area is located in the Bihor Mountains, in the upper basin of the Valea Seacă river, south of the confluence with the Galbena Valley. Within the contact zone between a granodiorite body of Palaeocene-Ypresian age and carbonate-bearing rocks of Barremian-Bedoulian age, there develop Ca-skarns with andradite (45.06 mole % grossularite, 2.83 mole % pyralspites), grossularite (27.38 mole % andradite, 3.33 mole % pyralspites), vesuvianite, wollastonite, diopside (5.32 mole % hedenbergite, 0.32 mole % johansenite), epidote, Fe-tremolite, clinocllore, stilbite, quartz and calcite. The metasomatic assemblages host a complex mineralization with hematite, magnetite, pyrrhotite, marcasite, pyrite, cobaltite, gersdorffite, arsenopyrite, galena, sphalerite, sulfides, sulphosalts and tellurides of Pb (\pm Ag, Cu)/Bi, chalcopyrite, bornite, mackinawite, chalcocite, digenite, covellite, molybdenite, and various secondary minerals (sulphates, carbonates, Cu \pm Fe oxides and hydroxides).

The study emphasized a quite rich assemblage of bismuth minerals, most of them previously not cited in this occurrence: heyrovskite, lillianite, cosalite, cannizzarite, galenobismutite, aikinite, friedrichite, hammarite, krupkaite, bismuthinite, hodrushite, cuprobismutite, wittichenite, matildite, native bismuth, aleksite, tetradymite, joseite A, joseite B, hessite. The diagnosis and the chemical characterisation of the Bi-bearing phases was based on a large number of microprobe analyses. The high diversity of the assemblage could be explained through the stability of the Bi-sulphosalts which is only slightly higher than that of the simple forming sulfides (Bi_2S_3 , PbS, Ag_2S and Cu_2S). On the other hand, this wide variety seems to be justified by the fact that most frequently, the sulphosalts form through the reaction of a solid phase (e.g., galena, lillianite) with residual ionic solutions rich in Bi (\pm Ag, Cu). The microscopic study of the metallic assemblages revealed the paragenetic context of the bismuth phases, namely, five chemically distinct depositional stages:

(1) – Fe-stage. The sequence starts with magnetite and hematite, which replace each other, pointing to a variability in the oxygen fugacity regime. The Fe-oxides are replaced by pyrrhotite, marcasite and pyrite, suggesting a continuous increase of the sul-



înlocuiți de pirotină, marcasită și pirită, sugerând o creștere continuă a fugacității sulfurului. Pirotina este un polimorf hexagonal al Fe_{1-x}S cu cca. 47,2 % proporție atomică de Fe, ceea ce indică o temperatură de tranziție pirotină-pirită de minimum 450°C;

(2) - $\text{Co}+\text{Ni}+\text{As}$ ($\pm\text{Fe}$) - se depun sulfarseniuri de Co, Ni și Fe (cobaltină, gersdorfit și arsenopirită) relevând soluții solide extinse care ating solvurile corespunzătoare unor temperaturi de cristalizare de 450-500°C;

(3) - $\text{Pb}+\text{Zn}$ - în acest stadiu se depun galenă și blendă. Ambele minerale suferă transformări de compoziție sau textură în stadiile următoare;

(4) - $\text{Bi}\pm\text{Ag}$, Te - depunerea începe cu sulfosăruri de Pb ($\pm\text{Ag}$)/Bi: heyrovskit, lillianit, cosalit, cannizzarit și galenobismutină, raporturile reciproce de înlocuire sugerând o îmbogățire progresivă în Ag și Bi. Majoritatea acestor faze se formează prin substituția metasomatică a galenei. Uneori galena prezintă conținuturi de până la 2,5 mol % de matildit ($\text{Ag}_2\text{Bi}_2\text{S}_4$) care prezintă o scădere continuă către centrul granulelor, putând sugera o substituție metasomatică centripetă. Tot acestui stadiu îi aparțin depunerile de bismut nativ și telururi de Bi ($\pm\text{Pb}$) sau Ag aleksit, tetradymit, hessit, joseit A și joseit B;

(5) - Cu ($\pm\text{Fe}$, Mo) - soluții ionice având compoziția unei soluții intermediare (iss) bogate în Cu și cu temperaturi în jurul a 250°C, depun calcopirită, bornit și reacționează cu fazele depuse anterior generând faze de compromis din punct de vedere chimic. Astfel, pe seama pirită se formează cubanit lamelar, pe seama blendă se formează segregatii de difuzie cu calcopirită și machinawit, pe seama sulfosărurilor de Pb /Bi, iau naștere minerale ale seriei bismutină-aikinit ale căror compoziții se concentrează în câmpurile aikinitului, friedrichitului, hammaritului, krupkaitului și bismutinei. Compozițiile identificate pentru fazele acestei serii relevă un grad scăzut de stoichiometrie, datorat unei rate rapide de răcire, și totodată o tendință de îmbogățire treptată în Cu pe măsura depunerii. Tot în acest stadiu se formează diverse sulfosăruri de Cu /Bi, în ordine: hodrushit, cuprobismutină, wittichenit, secvența acestora sugerând aceeași tendință de îmbogățire în Cu.

Din punct de vedere textural, relațiile paragenetice dintre fazele metalice citate sunt dominate de concreșteri myrmekitice binare sau multiple, de natură metasomatică (galenă-lillianit, heyrovskit-cannizzarit, bismutină-calcopirită, galenă-hammarit-wittichenit, galenă-aikinit-wittichenit-bornit, galenă-pirotină-calcopirită-bismut nativ-joseit A), concreșteri difuze (galenă-lillianit, heyrovskit, galenobismutină), segregatii de difuzie (calcopirită-blendă, calcopirită-bismutină), concreșteri de tip "fracture filling" (pirită-bismutină, calcopirită-pirită) și concreșteri de dizol-

phur fugacity. Pyrrhotite is a hexagonal polymorph of Fe_{1-x}S containing about 47.2% at. props. Fe, which could indicate that the phase transition pyrite-pyrrhotite took place at a minimum temperature of 400°C.

(2) - $\text{Co}+\text{Ni}+\text{As}$ ($\pm\text{Fe}$) stage. Witnesses the deposition of Co-Ni-Fe sulfarsenides (cobaltite, gersdorfit and arsenopyrite) which reveal extended solid solutions. The solvi reach the points corresponding to formation temperatures of about 450-500°C.

(3) - $\text{Pb}+\text{Zn}$ stage. Within this stage, mainly galena and sphalerite are deposited. Both minerals undergo compositional and textural changes during the following depositional stages.

(4) - $\text{Bi}\pm\text{Ag}$, Te stage. The deposition starts with $\text{Pb}(\pm\text{Ag})/\text{Bi}$ sulphosalts: heyrovskite, lillianite, cosalite, cannizzarite and galenobismutite. Their mutual relationships suggest a continuous enrichment in Ag and Bi. The majority of these phases form through the metasomatisation of galena. Most frequently galena shows matildite contents up to 2.5 mole % $\text{Ag}_2\text{Bi}_2\text{S}_4$, which decrease towards the centre of the grains, suggesting a centripetal metasomatic replacement. Native Bi and Bi ($\pm\text{Pb}$, Ag) tellurides: aleksite, tetradymit, joseite A, joseite B, are also deposited during this stage.

(5) - Cu ($\pm\text{Fe}$, Mo) stage. During this stage, ionic solutions having the composition of a Cu-rich intermediary solid solution (iss), and temperatures around 250°C, precipitated chalcopyrite and bornite, and reacted with previously deposited phases resulting in (a) lamellar cubanite formed on behalf of pyrite; (b) diffusion induced segregations of chalcopyrite in sphalerite; (c) minerals of the bismuthinite - aikinite series (aikinite, friedrichite, hammarite, krupkaite, bismuthinite), formed on behalf of Pb/Bi sulphosalts. Generally, the compositions of the bismuthinite derivatives show a low degree of stoichiometry, most probably due to a high cooling rate. The bismuthinite derivatives are also indicative for a continuous enrichment in Cu. The stage is also specific to the forming of various Cu ($\pm\text{Fe}$)/Bi sulphosalts such as: hodrushite, cuprobismutite, wittichenite, in a series suggesting again Cu-enrichment phenomena.

From a structural point of view, the paragenetic relations among the metallic phases are dominated by binary or multiple myrmekitic intergrowths, most of them of obvious metasomatic nature: galena-lillianite, heyrovskite - cannizzarite, bismuthinite-chalcopyrite, galena-hammarite-wittichenite, galena-aikinite-wittichenite-bornite, galena-pyrrhotite-chalcopyrite-native bismuth-joseite A. Other intergrowths could have a diffuse character, as in the case of galena-lillianite, galena-heyrovskite and galena-galenobismutite pairs. Other aspects are ascribable



vare-depunere, cele mai frecvente. Subordonat, datorită unor fenomene de încălzire locală, apar reorganizări texturale epitaxiale cu bornit, calcopirită, wittichenit, galenă și aikinit.

to: (a) diffusion induced segregations (chalcopryrite-sphalerite, chalcopryrite-bismuthinite); (b) fracture filling intergrowths (pyrite-bismuthinite, chalcopryrite-pyrite); (c) dissolution-deposition textures. Subordinately, and most probably due to local re-heating effects, there occur local epitaxial intergrowths with bornite, chalcopryrite, wittichenite, galena and aikinite.

STUDIUL ACUMULĂRILOR DE SARE ȘI SĂRURI DE POTASIU STUDY OF THE SALT AND POTASSIUM SALT ACCUMULATIONS

S. RĂDAN, I. VANGHELIE

Prezentul studiu constituie o abordare generală, fără a fi însă exhaustivă, a mineralogiei unor zăcămintele de sare și săruri de potasiu, precum și a compoziției mineralogice a fracțiunii argiloase asociate acestor zăcămintele. O serie de zăcămintele (12 acumulări de sare gemă și una de săruri de potasiu) au fost studiate într-o etapă anterioară (Rădan et al., 1992). Cercetările actuale reprezintă o extindere a studiilor de mineralogie a sării pentru alte 12 acumulări de sare gemă și una de săruri de potasiu și de mineralogie a materialului argilos inclus în sare pentru 20 de acumulări.

Studiul mineralogic al sării geme a pus în evidență alături de halit, mineralul dominant, cantități mici de anhidrit și/sau gips, decelabile prin analize difractometrice cu raze X, dar vizibile uneori și la scară megascopă (Valea Sării, Predeal Sărari ș.a.). Frecvente în zăcămintele de sare gemă sunt și calcitul și dolomitul, concentrate de obicei în reziduul insolubil, alături de alte minerale de origine preponderent detritică (minerale argiloase, cuarț, feldspați), remaniate din ariile emerse adiacente.

În ceea ce privește zăcămintele de săruri de potasiu, cele câteva probe provenite dintr-un foraj de la Cucuieți-Vâlcele conțin cantități variabile de halit, silvină, kieserit, picromerit (schoenit) leonit, langbeinit și kainit, întâlnite anterior și la Tazlău însă într-o asociație mult mai complexă. Și aici se constată că între mineralele de K și Mg identificate ponderea majoră o au sulfatii, ceea ce plasează aceste acumulări în grupa depozitelor halito-sulfatice, asemănătoare ca mineralogie cu zăcămintele sincrone de la Stebnik-Ucraina. Originea mineralelor poate fi primară (majoritatea) sau secundară, în ultima categorie intrând, de exemplu, anhidritul, format prin deshidratarea gipsului în timpul îngropării (metamorfism), depunerile de halit fibros (produs postum) întâlnite la P. Sărățel-Jitia, Praid ș.a.

This paper is a general, not exhaustive approach of the mineralogy of some salt and potassium salt deposits and of the mineralogical composition of the argillaceous fractions included within these deposits. Thirteen occurrences (12 halite accumulations and 1 potassium salt accumulation) have been previously studied (Rădan et al., 1992). The present study represents a continuation of the mineralogical investigations for other twelve salt and one potassium salt accumulations and a mineralogical study of the argillaceous material included into salt for twenty accumulations.

The mineralogical study of the salt deposits pointed out, beside halite – the predominating mineral – small amounts of anhydrite and/or gypsum, detectable by X-ray diffractometric analyses, sometimes visible on megascopic scale, too (Valea Sării, Predeal Sărari, a.s.o.). Calcite and dolomite are frequently found in halite deposits, usually concentrated in the water-insoluble residuum, beside other minerals of mostly detrital origin (clayey minerals, quartz, feldspar), reworked from adjacent emerged areas.

As concerns the potassium salt deposits, some samples from the Cucuieți-Vâlcele borehole contain variable amounts of halite, sylvinite, kieserite, picromerite (schoenite), leonite, langbeinite and kainite, previously also found at Tazlău in a much more complex association. It is of note that among the K and Mg minerals, sulphates are predominating and consequently these accumulations are assigned to the halite-sulphatic deposits, similar as regards the mineralogy with the synchronous ore deposits at Stebnik-Ukraine. The origin of the minerals can be primary (most of them) or secondary, the latter category including anhydrite formed as a result of the gypsum dehydration during the metamorphism, the fibrous halite depositions (postum product) found at Sărățel Brook-Jitia, Praid, etc.

The mineralogy of the clayey fraction of the salt and potassium salt deposits stresses out the clear predomination of the reworking processes in comparison



Mineralogia fracțiunii argiloase a depozitelor de sare și săruri de potasiu sugerează o predominare netă a proceselor de remaniere în comparație cu cele de neogenează. Astfel sarea miocen inferioară conține în principal illit și clorit, ceea ce reflectă aporturile estice din Vorland. Sarea miocen medie conține, în afară de illit și clorit, cantități variabile de smectit, corespunzând asociației furnizate de aria carpatică. Cvasiabsența caolinitului confirmă ariditatea climei în care s-au format evaporitele și este în concordanță cu abundența unor minerale tipice remanierilor din arii în care predomină procese de alterație fizică.

Apariția accidentală a unor conținuturi notabile de caolinit este explicabilă tot prin procese de remaniere din depozite mai vechi, bogate în acest mineral, format într-o epocă anterioară în alte condiții climatice. Este cazul sării din partea de nord-vest a Transilvaniei (Ocna Dej) vizibil influențată de formațiunile oligocene bogate în caolinit din zonă, probabil parțial emerse la vremea depunerii sării.

Abundența smectitului în unele zăcămintele (Slănic Prahova, Predeal-Sărari, Ocnele Mari) reflectă proximitatea nivelelor tufacee subiacente, apte să furnizeze mari cantități de smectit format prin halmiroliza materialului cineritic.

În sfârșit, absența smectitului în zăcămintele de la Praid și Sovata, aparent surprinzătoare pentru depozitele aparținând bazinului Transilvaniei, oferă un argument important privitor la începutul erupțiilor în lanțul vulcanic Călimani-Harghita. Sarea din această zonă s-a depus în Badenian într-o perioadă în care bazinul era supus direct influențelor aporturilor din zona cristalino-mezozoică, lanțul vulcanic nefiind încă ridicat.

În ceea ce privește procesele de neoformare a mineralelor argiloase, existența unor interstratificații de tip corrensit (Tg. Ocna, Reghiu-Andreiașu, Sărule-Bisoca) și rectorit (Tg. Ocna, Sărule-Bisoca), precum și a numeroaselor structuri interstratificate neregulat dovedește participarea în cantități variabile, dar subordonate, a mineralelor argiloase autigene la compoziția mineralogică a argilelor asociate sărurilor.

Particularitățile modelelor de distribuție puse în evidență sugerează posibilitatea corelării nivelelor evaporitice și a evaluării vârstei lor în absența unor relații clare cu formațiunile detritice înconjurătoare. Implicarea sării într-o tectonică plicativă complicată în Carpații Orientali și fenomenele de diapirism fac practic imposibilă o apreciere argumentată a vârstei sării în unele cazuri, situație care poate fi uneori rezolvată prin cunoașterea mineralogiei fracțiunii argiloase asociate. Astfel, sarea de la Sărule-Bisoca, atribuită badenianului, pare a fi totuși acvitaniană ținând cont de mineralogia fracțiunii argiloase.

with the neogenesis ones. Thus, the Lower Miocene salt contains mainly illite and chlorite, that indicates eastern supplies from the Foreland. The Middle Miocene salt contains, beside illite and chlorite, variable amounts of smectite, corresponding to the typical clay mineral association from the Carpathian area. The quasiabsence of the kaolinite confirms the aridity of the climate in which the evaporites formed and it is in concordance with the abundance of some typical minerals (illite, chlorite) supplied from source areas dominated by physical alteration processes.

The accidental occurrence of significant contents of kaolinite can be explained also by reworking processes from older deposits rich in this mineral, previously formed under different climate conditions. This is the case of the salt in the north-western part of Transylvania (Ocna Dej) visibly influenced by Oligocene formations, rich in kaolinite in this area, probably partially emerged during the salt deposition.

The smectite abundance in some deposits (Slănic Prahova, Predeal Sărari, Ocnele Mari) indicates the proximity of the subjacent tufaceous levels able to supply large amounts of smectite formed by the halmirol-ysis of the cineritic material.

Finally, the smectite absence in the Praid and Sovata salt deposits apparently unusual for the deposits belonging to the Transylvania Basin, represents a significant argument concerning the beginning of the eruptions in the Călimani-Harghita volcanic chain. In this area salt deposited in the Badenian time span in a period in which the basin was influenced directly by supplies from the Crystalline-Mesozoic Zone, the volcanic chain being not uplifted.

As regards the neoformation processes of the clay minerals, the existence of mixed-layers of corrensite (Tg. Ocna, Reghiu-Andreiașu, Sărule-Bisoca) and rectorite type (Tg. Ocna, Sărule-Bisoca), as well as of numerous random mixed-layers structures prove the participation in various amounts, but subordinately, of the authigene clay minerals in the mineralogical composition of the salt-related clays.

The peculiarities of the emphasized distribution patterns suggest the possibility of stratigraphic correlation of the evaporite sequences and their age evaluation in the absence of clear relationships with the detrital formations encompassing them. The implication of salt in the complex tectonics of the East Carpathians and the diapirism phenomena make almost impossible the determination of the salt age in certain cases; this situation can be sometimes solved by the identification of the clay mineral assemblages of the associated argillaceous fraction. Thus, the salt from Sărule-Bisoca, referred to the Badenian, seems however, to be Aquitanian in age considering the mineralogy of the clayey fraction.



TIPOMORFISMUL PRINCIPALELOR MINERALE METALICE ȘI DE GANGĂ ASOCIATE STRUCTURILOR VULCANICE NEOGENE MUNȚII METALIFERI THE MAIN MINERAL TYPOMORPHISM RELATED TO NEOGENE VOLCANIC STRUCTURES METALIFERI MOUNTAINS

L. NEDELICU, E. ROȘU, L. ROBU, S. IAMANDEI, E. IAMANDEI,
C. COSTEA, Ș. ANASTASE, M. CIULAVU, C. UDRESCU, I. VANGHELIE

Studiile privind tipomorfismul asociațiilor minerale (morfoloșice, geochimice, de incluziuni minerale și izotopii sulfului) ne-au condus la o nouă imagine asupra evoluției a două principale structuri metalogenetice compozite din Munții Metaliferi: (1) structura porphyry copper-hidrotermală Valea Morii și (2) structura hidrotermală și de breșii intrusive (?) Haneș.

1. Structura Valea Morii

În scopul stabilirii evoluției sistemului porphyry copper-hidrotermal Valea Morii au fost folosite ca minerale tipomorfe pirita, calcopirita, sfaleritul și magnetitul.

Astfel, pirita prezintă trei tendințe morfoloșice cu o distribuție zonală similară cu zonalitatea alterației hipogene, definind trei domenii de suprasaturație-temperatură (S-T) pentru sistemul "porphyry-copper".

Corelația dintre incluziunile minerale din pirită (calcopirita, magnetit \pm hematit, rutil, carbonați de fier, cloruri complexe de tipul K-Cl-Fe) și conținuturile elementelor minore și ale aurului din pirită, calcopirita, sfalerit și magnetit a pus în evidență următoarea tendință de evoluție a sistemului porphyry-hidrotermal Valea Morii (Fig. 1):

1. *Stadiul comagmatic* caracterizat de: (a) fluide hidrotermale cu salinitate și temperatură ridicate de tipul topiturilor hidrosaline și (b) o fază bogată în vapori, ambele coexistente cu topitura silicatică reziduală (Pintea, 1993). Procesele din acest stadiu, desfășurate în zona potasică, sunt evidențiate de tendințe C-O-P-{hkl} a morfoloșiei piritei și de domeniul S_R-T_R . Transportul aurului este presupus sub formă de compleșii $AuCl_2^-$.

2. *Stadiul hidrotermal* prezintă o evoluție a fluidului caracterizat prin soluții apoase diluate, cu salinități și temperaturi mai scăzute. Fluidul respectiv este responsabil de formarea mineralizației polimetalice și aurifere din suita filoniană. În acest caz, transportul au-

The typomorph studies of the mineral assemblages (morphology, mineralogy, geochemistry, mineral inclusions, sulphur isotope data) led to a new evolutionary image of Valea Morii porphyry copper-hydrothermal structure and Haneș hydrothermal-intrusive breccia (?) structure two main metallogenetic composite structures of the Metaliferi Mountains.

1. Valea Morii Structure

Pyrite, chalcopyrite, sphalerite and magnetite were used as typomorph minerals for the evolution of the Valea Morii porphyry copper-hydrothermal system. Thus, pyrite displays three morphologic trends with a zonal distribution similar to hypogene alteration zonality, defining three supersaturation-temperature domains of the porphyry copper system.

The correlation among the mineral inclusions of pyrite (chalcopyrite, magnetite \pm hematite, rutile, iron carbonates, K-Cl-Fe complex chloride), the trace element content and the gold concentration of the pyrite, chalcopyrite, sphalerite and magnetite, emphasized the following evolutionary trend of the Valea Morii porphyry copper-hydrothermal system (Fig. 1).

1. *A co-magmatic stage* characterized by: (a) high salinity-high temperature hydrothermal fluids of hydrous saline melt type and (b) a vaporous-rich phase type, both coexisting with silicate residual melt (Pintea, 1993). In the potassic alteration zone the processes of this stage are shown by the C-O-P-{hkl} pyrite morphologic trend and by the S_H-T_H domain. The gold transport is assumed as $AuCl_2^-$ complex.

2. *The hydrothermal stage* exhibits the evolution of dilute aqueous solution with lower salinities and temperatures. This fluid is responsible for the polymetallic and gold vein mineralization. In this case the gold transport was probable as $Au(HS)_2^-$ complex. A sericitic-argillic alteration zonality, characterized by the C-O-P, C-O-P-{hkl} and C-P pyrite trends and



rului s-a realizat probabil sub formă de complecși tio- de tipul $\text{Au}(\text{HS})_2^-$. Acestui stadiu îi este, de aseme- nea, asociată o zonalitate de alterație sericito-argilitică caracterizată de tendințele C-O-P, C-O-P-{hkl} și C- P ale morfologiei piritei, precum și de două domenii de suprasaturație-temperatură: (1) $S_R-T_{R1}-S_S-T_{R1}$ și ((2) S_M-T_S . Acest stadiu este legat de cel comagmatic și, probabil, a fost controlat de deschiderea sistemului, urmată de destinderea adiabatică și de formarea bre- cilor.

2. Structura Haneș

În structura hidrotermală și de breccii intrusive Haneș au fost deduse trei domenii de suprasaturație- temperatură corespunzătoare zonelor de tendințe mor- fologice ale piritei:

I. domeniul S_R-T_R suprapus zonei C-O-P-{hkl}, reprezentând două apexuri, bordate de zone de breccii care ar putea fi atribuite venturilor hidrotermale;

II. domeniul de tranziție S_R-T_R/S_M-T_R , core- spunzând zonei C-O-P și apariției piritoedrilor cu stri- uri pozitive și negative, suprapus zonelor de breccie;

III. domeniul S_M-T_R corespunzând zonei C-P situ- ată la partea superioară a structurii hidrotermale.

Toate aceste date au condus la schișarea, cu un mare grad de aproximare, a unui model al procesului hidrotermal pentru structura Haneș (Fig. 2). Astfel, evoluția procesului ar fi avut următoarele etape:

1. ascensiunea unor fluide cu suprasaturație și tem- peratură ridicate (400–500°C);

2. recurența proceselor de fierbere retrogradă, ca efect al destinderii adiabatică, având ca rezultat pre- cipitarea repetată a unor secvențe de sulfuri (pirită, sfalerit, calcopirită) și unele reechilibrări succesive în cadrul sistemului $\text{ZnS-CuFeS}_2\text{-Fe}_{1-x}\text{S}$ (calcopirită, pirotină, tetraedrit, exsoluții mono- și multifazice de sfalerit; steluțe de sfalerit în calcopirită, echilibre izo- topice ale sulfului);

3. echilibrarea sistemului calcopirită-cubanit ur- mată de formarea mackinawitului ca un efect al scăderii drastice a temperaturii (de la 400–500°C la cca 200°C);

4. evoluția fluidului spre temperaturi scăzute (sub 100°C) în ultimul stadiu, sugerată de o creștere sub- secvență (structură arborescentă) a cristalelor micron- ice de pirită ("Fleur de silice", Le Ribault, 1975), spe- cifică domeniilor sedimentare.

Transportul aurului este presupus sub forma com- plexului $\text{Au}(\text{HS})_2^-$, datorită prezenței în parageniza mineralelor argiloase a caolinitului, care presupune și un pH în zona neutru-apropiat (Seward, 1984).

Precipitarea complexului cu aur a putut fi deter- minată de o descreștere a activității sulfului, uneori realizată de (1) fierberea și precipitarea sulfurilor la

two supersaturation-temperature domains $S_H\text{-}T_{H1} \rightarrow S_L\text{-}T_{H1}$ and $S_M\text{-}T_L$ is also associated. The hy- drothermal stage is linked to the co-magmatic one, and probably, was controlled by the opening of the system, and accompanied by an adiabatic detente and a breccia formation.

2. Haneș Structure

At Haneș hydrothermal-intrusive breccia structure, three supersaturation-temperature domains, corre- sponding to pyrite morphologic trend zones, have been inferred:

I. $S_H\text{-}T_H$ domain superposed to C-O-P-{hkl} zone, representing two apices bordered by breccia zones, which could be attributed to hydrothermal vents;

II. $S_H\text{-}T_H/S_M\text{-}S_H$ transition domain corresponding to C-O-P zone and the appearance of the positive and negative striated pyritohedron and superposed to the breccia zones;

III. $S_M\text{-}T_M$ domain corresponding to C-P zone situ- ated at the upper part of the hydrothermal structure;

All these data permitted the outlining of a hy- drothermal process model, with a great approximation degree (Fig. 2). The following evolutionary trend was presumed:

1. the ascension of some fluids of high supersatura- tion and temperature (400–500°C);

2. the recurrence of the second boiling processes, as an effect of the adiabatic detente, having as a re- sult the repeated precipitation of some sulphide se- quences (pyrite, sphalerite, chalcopyrite) and some successive equilibrations in the $\text{Zn-S-CuFeS}_2\text{-Fe}_{1-x}\text{S}$ system (chalcopyrite, pyrrhotite, tetrahedrite, mono- and multiphases exsolutions in sphalerite; sphalerite stars in chalcopyrite; sulphur isotopic equilibrium);

3. the chalcopyrite-cubanite system equilibration followed by the mackinawite formation, as an effect of the drastic decrease of the temperature (from 400°C to about 200°C);

4. the fluid evolution towards a low temperature (below 100°C) in the late stage, suggested by a sub- sequent growth (arborescent structure) of the pyrite micron crystals ("fleurs de silice" Le Ribault, 1975), specific to the sedimentary domains.

The gold transport is presumed as a simple hydro- sulfide complex, like $\text{Au}(\text{HS})_2^-$, due to the caolinite presence in the clay mineral paragenesis, that assumed a pH in the near-neutral region (Seward, 1984). The precipitation of the gold complex may be determined by the decrease of the sulphur activity, sometimes ac- complished by (1) the boiling and the precipitation of the sulphides, at the lower part of the ore deposit, (2)



partea inferioară a zăcămintului; (2) diluția fluidelor datorită apelor meteorice și oxidarea la partea superioară a zăcămintului.

the dilution of fluids due to the meteoric waters and oxidation, at the upper part of the deposit.

Abrevieri: *T*-temperatură; *S*-suprasaturație; *R*-ridică; *M*-moderat; *S*-scăzută; *C*-cub; *O*-octaedru; *P*-dodecaedru pentagonal; {*hkl*}-forme cristalografice.

Abbreviations: *T*-temperature; *S*-supersaturation; *H*-high; *M*-moderate; *L*-low; *C*-Cube; *O*-octahedron; *P*-pentagonal-dodecahedron; {*hkl*}-crystallographic forms.

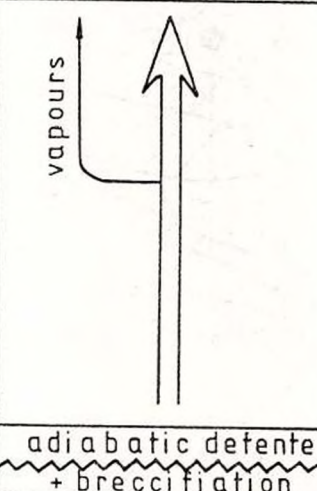
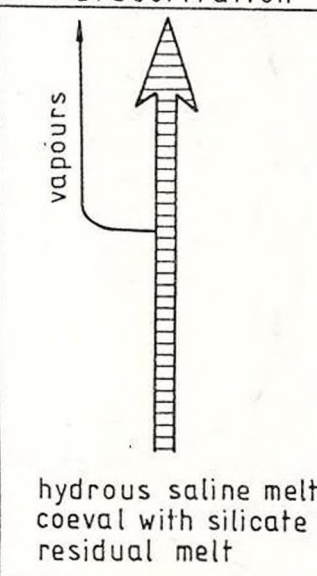
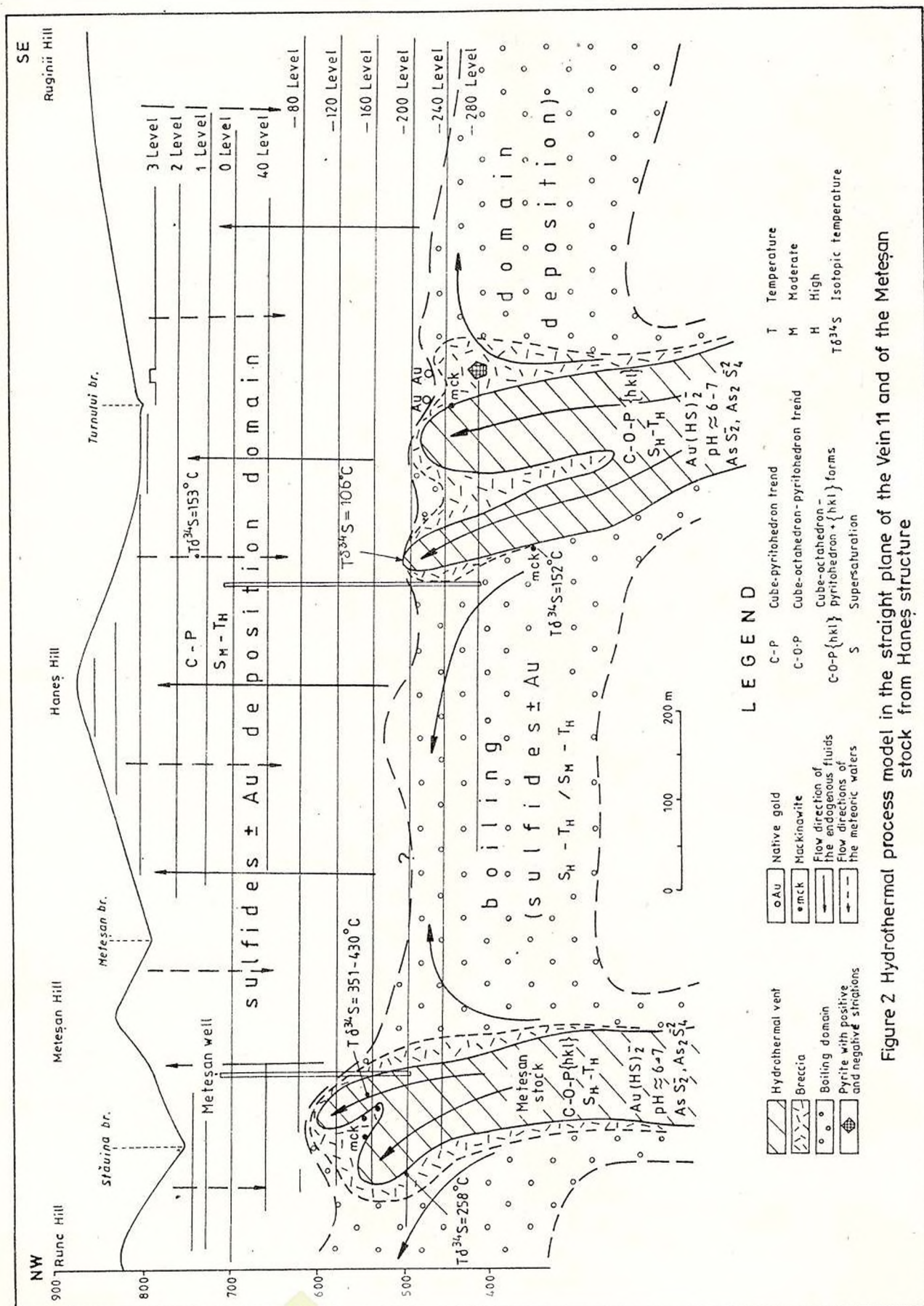
STAGE	ALTERATION TYPE	MINERALIZATION TYPE	PROCESS EVOLUTION	FLUID TYPE	MORPHOLOGIC TREND	S - T DOMAIN	GOLD TRANSPORT
hydrothermal	sericitic - argillitic	auro-argentiferous		aqueous solution	C - P	$S_M - T_L$ ($T_L \sim 250-200^\circ\text{C}$)	Au (HS) $^-_2$ complex
		polymetallic ± gold			C - O - P C O P { <i>hkl</i> }	$S_H - T_H \rightarrow S_L - T_{H1}$ ($T_{H1} \sim 450^\circ\text{C}$)	
comagmatic	potassic	porphyry copper		hydrous saline melt	C - O - P { <i>hkl</i> }	$S_H - T_H$ ($T_H > 600^\circ\text{C}$)	Au Cl $^-_2$ complex

Fig. 1

Evoluția metalogenetică a sistemului porphyry copper hidrotermal Valea Morii.
The metallogenetic evolution of the Valea Morii porphyry copper-hydrothermal system.



STUDIU COMPARATIV AL UNOR MINERALE DIN ROCI DE VÂRSTĂ ȘI EVOLUȚIE DIFERITE. 2. GRANAȚII DIN SERIA (GRUPUL) REBRA

COMPARATIVE STUDY OF SOME MINERALS FROM ROCKS OF DIFFERENT AGE AND EVOLUTION. 2. GARNETS FROM THE REBRA SERIES (GROUP)

E. MOSONYI

Aceste studii sunt parte integrantă din cercetările efectuate asupra evoluției seriilor cristaline din partea sudică a Munților Rodna. Se bazează pe o serie de analize chimice cantitative la microsonda electronică, pe observații la microscop și de teren.

În prima parte a studiului ne-am ocupat în principal cu caracterizarea biotitelor (uneori de mai multe generații) din seriile (grupurile) de Rebra, Cimpoiasa, Bretila din punctul de vedere a mai multor parametrii (conținutul de Fe, Mg, TiO_2 ș.a.). Geotermometrul granat-biotit aplicat pentru perechea granat (zona marginală) și biotit II, din micașisturi și gnaise ale seriei de Rebra a dat valori în general între 450–600°C, corespunzător zonei almandin-stauroolit a faciesului amfibolitic.

A doua parte a studiului se referă în principal la granații seriei (grupului) de Rebra. Aceștia sunt predominant almandinici, indiferent de compoziția chimică a rocilor gazdă și prezintă o mare varietate dimensională chiar în cadrul aceluiași eșantion. S-au efectuat analize chimice fie în 1–3 puncte (zona marginală și centrală), fie de-a lungul unor profile (în cazul probelor de granat (D.P. și G2).

Granații s-au format în general în două faze de blastază ale evenimentului metamorfic M2 în condiții prograde.

În prima fază a avut loc blastaza sincinemătică a sămburelui granaților de dimensiuni centimetrice și blastaza dendritică a unora de dimensiuni milimetrice. În această fază blastaza stratificată a dat naștere unor structuri interne în "S" la granații mari (Z1), structuri materializate de șiruri de incluziuni de cuarț, miche și turmalină în cazul granatului din micașistul D.P. și de minerale opace (cu frecvență redusă) în cazul granatului din amfibolitul G2, datorită probabil vitezei de creștere care nu a fost aceeași pe tot arealul.

A doua fază de blastază a granaților s-a desfășurat postcinematic, prin supracreștere stratificată în jurul sămburelui de granați anterior formați și prin blastaza dendritică a unora milimetrice care compozițional se aseamănă cu zona de supracreștere a granaților mai mari. În acest stadiu în profilul de zonare a celor doi

These studies are part of the researches carried out on the evolution of the crystalline series in the southern part of the Rodna Mountains. They are based on several quantitative chemical analyses on the microprobe, on microscopic and field observations.

The first part of the study deals mainly with the characterization of biotites (sometimes of several generations) from the Rebra, Cimpoiasa, Bretila Series (groups) from the point of view of several parameters (the Fe, Mg, TiO_2 contents etc.). The garnet-biotite geothermometer applied to the garnet (marginal zone) and biotite II pair from the micaschists and the gneisses of the Rebra Series indicated values generally ranging between 450–600°C, corresponding to the almandine-staurolite zone of the amphibolite facies.

The second part of the study refers mainly to the garnets of the Rebra Series (group). These are pre-vaillingly almandinic, irrespective of the chemical composition of the host rocks and range greatly in size even within the same sample. Chemical analyses were carried out either in 1–3 places (marginal and central zones) or along some sections (in the case of the D.P. and G2 garnet samples).

Garnets generally formed in two blastesis phases of the M2 metamorphic event under prograde conditions.

During the first phase the synkinematic blastesis of the core of the centimetric garnets and the dendritic blastesis of some millimetric garnets took place. In this phase the stratified blastesis gave rise to some "S"-shaped internal structures in the large garnets (Z1), represented by rows of quartz, mica and tourmaline inclusions in the case of the garnet within the D.P. micaschist and by opaque minerals (of low frequency) in the case of the garnet within the G2 amphibole, probably due to the varied growth speed throughout the area.

The second garnet blastesis phase took place postkinematically through stratified overgrowth round the core of the previously formed garnets and through the dendritic blastesis of some millimetric garnets that resemble the larger garnet overgrowth zone in point of



granați mai mari analizați, se constată o diferență. La granatul D.P. în această fază are loc o creștere în condiții prograde, reliefată de punctele analizate în zona structurală 2, proiectate pe diagrama MgO-FeO-MnO, compoziția zonei 2 (Z2) ajungând în echilibru cu biotitul din parageneză (fapt ce a stat la baza geotermometriei granat-biotit). În cazul granatului G2 însă, în profilele de zonare ale elementelor (resp. componentelor) se remarcă două tendințe. Spre partea internă a zonei structurale 2, bogată în incluziuni, între milimetrii 2-3,5, existența zonalității normale indică condiții prograde de metamorfism, însă spre partea exterioară zonalitatea se inversează. Această inversare este marcată atât de picurile în profilul compozițional al Fe, Mg, Mn, cât și de alura distribuției compoziționale a Mn și Ca din extremitatea granatului. Conform modelului de fracționare-levigare a Mn în timpul coroziunii granatului (în condiții retrograde) Mn eliberat va migra spre interiorul granatului îmbogățind astfel în component spessartinic mijlocul zonei 2. În condiții retrograde atât hornblenda verde-albăstruie, cât și plagioclazul își vor reduce conținutul de Ca, iar Ca disponibilizat va intra în structura calcitului nou format pe seama acestor minerale și va îmbogăți în același timp exteriorul granatului corodat marginal.

La granatul G2 se poate remarca un caracter mai domol al profilului de zonare al sâmburelui față de margine. Deoarece în literatură se menționează formarea în condiții prograde a unei zonalități accentuate în granații metapelitelor din zona almandinului, caracterul mai atenuat al alurii de distribuție compozițională din zona 1 a granatului D.P. s-ar putea explica printr-un proces de omogenizare compozițională, datorată temperaturilor atinse de rocă în timpul metamorfismului prograd 550-600°C. Aceste condiții favorizează manifestarea efectivă a difuziei volumice în structura internă a granatului (Hollister, 1969). Alți factori, ca de exemplu deformarea granatului și $f(\text{O}_2)$ se pare că nu au avut nici un efect asupra difuziei (granații analizați sunt nedeformați, iar incluziunile de ilmenit din granat indică prezența Fe^{2+} neoxidat).

Prin aplicarea pentru amfibolitul G2 a geotermometriei hornblendă-granat pentru perechea: porțiunea internă a Z2 din granatul G2 și hornblenda verde-albăstruie parțial inclusă de marginea granatului G2, s-au obținut temperaturi între 550-600°C, pentru posibilul pic metamorfic atins de acest amfibolit.

Remarcăm de asemenea că în afara celor două faze de blasteză, subliniate de zonalitatea celor doi granați centimetrice analizați, în secțiuni subțiri se mai poate observa și un al treilea stadiu de creștere sincinematice a granaților în M3, care se formează pe conturul corodat al granaților mai timpurii sub forma unor granule

composition. In this stage a difference is noticed in the analysed section of the two larger garnets. In the case of the D.P. garnet, during this phase growth took place under prograde conditions, pointed out by the points analyzed in the structural zone 2, which are plotted on the MgO-FeO-MnO diagram, the composition of zone 2 (Z2) reaching an equilibrium with the biotite from the paragenesis (a fact on which the garnet-biotite geothermometry was based. But in the case of garnet G2, in the sections analysed for the elements (components respectively), two tendencies are observed. Towards the inner part of the structural zone 2, rich in inclusions, the existence of the normal zonality between the millimetres 2-3.5 indicates prograde metamorphism conditions but zonality becomes reverse towards the outer zone. This reversal is marked both by peaks in the Fe, Mg, Mn contents and by the Mn and Ca compositional distribution in the garnet rim. According to the Mn fractionation-levigation pattern, during the garnet corrosion (under retrograde conditions) the released Mn migrates towards the interior of the garnet, thus enriching in spessartite the middle of zone 2. Under retrograde conditions both the green-bluish hornblende and the plagioclase are marked by a lowering in the Ca content, and the released Ca enters the structure of calcite, newly formed at the expense of these minerals, and concomitantly enriches the outer rim of the marginal corroded garnet.

In the case of G2 a smoother character, in the analysed section of the core in respect of the margin can be noticed. As in the relevant literature the formation under prograde conditions of a pronounced zonality in the garnets of the metapelites from the almandine zone is mentioned, the weaker character of the compositional distribution from the zone 1 of the D.P.S. garnet might be explained by a compositional homogenization process owing to the temperatures reached by the rock during the prograde metamorphism (550-600°C). These conditions favour the actual manifestation of the volume diffusion in the inner structure of garnet (Hollister, 1969). Other factors, such as the deformation of garnet and $f(\text{O}_2)$, do not seem to have any influence on the diffusion (the analysed garnets are undeformed, and the ilmenite inclusions within garnet indicate the presence of the unoxidized Fe^{2+}).

Through the application for the G2 amphibolite of the hornblende-garnet geothermometry for the pair: the Z2 inner portion within the G2 garnet and green-bluish hornblende, partly included by the margin of the G2 garnet, temperatures ranging between 550-600°C were recorded for the possible metamorphic peak reached by this amphibolite.

It is to note that beside the two blastesis phases, underlined by the zonality of the two analysed centi-



idiomorfe fără incluziuni, îmbrăcând aceste "insule" relict de granați de generație mai veche. Informații chimice asupra granaților din M3 nu s-au obținut încă.

metric garnets, in thin sections a third stage of syn-kinematic growth of garnets in M3 can be noticed, that form on the corroded outline of the early garnets as idiomorphic grains devoid of the early garnets as idiomorphic grains devoid of inclusions, enveloping these relict "islands" of older generation garnets. Chemical information on the garnets within M3 has not yet been obtained.

SEMNIIFICAȚIA PETROGENETICĂ A MINERALELOR ACCESORII DIN GRANITOIDE (MASIVELE FURCĂTURA ȘI PETREANU) PETROGENETIC SIGNIFICANCE OF THE ACCESSORY MINERALS FROM GRANITOIDS (FURCĂTURA AND PETREANU BODIES)

L. ROBU, I.N. ROBU, A. DOBRESCU, M. STOIAN, I. TIEPAC, V. TOMOȘOIU

În scopul descifrării factorilor care au influențat și controlat evoluția geologică a masivelor Petreanu și Furcătura, s-a efectuat un studiu asupra morfologiei și cristalochimiei mineralelor accesorii (zircon, titanit, apatit, epidot, granat, magnetit, monazit), coroborat cu unele date de chimism (major, minor, REE) al petrotipurilor întâlnite și al unor minerale (biotit, feldspat) prezente în proporții mari, suficiente pentru a imprima caracteristici specifice fiecărui tip petrografic.

Datele mineralogice și de chimism luate în considerare indică o sursă comună pentru ambele masive, (reziduală, constituită din plagioclazi și cantități mici de granat și piroxen), evoluând la diferite nivele ale crustei, cele două corpuri granitoide, Petreanu și Furcătura, reprezentând etape diferite, succesive, de cristalizare ale aceleiași topituri.

Morfologia cristalelor de zircon, influențată de variațiile de chimism, temperatură și adâncimea de evoluție a topituri, prezintă aspecte deosebite, dar nespecifice fiecărui masiv granitoid luat în considerare.

Astfel, adâncimile și temperaturile evidențiate sunt mai ridicate în partea vestică a masivului Petreanu și scad treptat spre est-nord-est, încât în partea estică a masivului Furcătura au valorile cele mai scăzute.

Această distribuție pe verticală și orizontală indică adâncimi diferite de cristalizare pentru cele două corpuri granitoide, Furcătura reprezentând, de fapt, partea apicală a masivului Petreanu.

Procesul de topire parțială a fost amorsat, probabil, la baza crustei, de pătrunderea unui material mantelic, asimilat ulterior de topitura nou formată.

Evoluția acesteia în timp și spațiu s-a făcut lent, existând astfel posibilitatea unei relative omogenizări, singurele relict observabile preluate de topitură fiind granați cu o componentă spessartinică redusă.

For emphasizing the factors which influenced and controlled the geological evolution of the Furcătura and Petreanu granitoid bodies, a study regarding the morphology and the crystallochemistry of identified accessory minerals (zircon, titanite, apatite, epidote, garnet, magnetite, monazite) was carried out in connection with some chemical data (major, minor, REE) of the observed petrotypes and some minerals, as biotite and feldspar, present in rocks in such proportions as to determine characteristic petrographic types.

Mineralogical and chemical data emphasized a common source for both massifs (residual one, composed of plagioclase and small quantities of garnet and pyroxene), evolving at different levels of the crust, the Furcătura and Petreanu granitoids representing different and successive stages of crystallisation of the same deep melt.

Zircon morphology, determined by chemical, temperature and depth variations of the melting area presents different aspects, but unspecific for each considered granitoid.

So, depth and temperature are much higher in the western part of the Petreanu massif and they decrease slowly to east-north-east, but in the eastern part of the Furcătura granitoid they became the lowest ones.

This vertical and horizontal distribution emphasized different crystallisation depths for the two granitoid bodies, the Furcătura body representing in fact the upper part of the Petreanu one.

The partial melting was probably started at the basal level of the crust, by penetration of mantelic material volume, later assimilated by the newly formed melt.

The evolution of the melting in time and space was slow, so that the possibility of relative homogenization of the melt exists; only few relicts had been observed, as garnets with a low spessartite component.



Condițiile fizice de evoluție a topiturii, stabilite pe baza variației morfologiei zirconului și a cristalochimiei titanitului, epidotului și granatului, sunt specifice unor topituri formate la adâncimi mari, având ca limită inferioară probabil zona dintre mantaua superioară și crusta inferioară, care a evoluat până la nivel de crustă superioară.

Intervalul de temperatură stabilit este cuprins între $900^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$, pentru anele masive, mai ridicat pentru Petreanu ($900^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$), și mai restrictiv pentru Furcătura ($700^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$).

Intervalul de presiune corespunzător este asemănător ambelor masive, aproximativ 18-22 kb, iar fugacitatea O_2 și H_2O variabile, dar ridicate în timpul evoluției topiturii.

Procesul evolutiv al topiturii se poate considera încheiat la partea superioară a crustei, aspectele petrografice actuale datorându-se unor procese ulterioare de migmatizare, amorstate probabil de manifestările în această arie a metamorfismului dinamic, care a creat condițiile necesare desfășurării acestora: căi de acces (fisuri, fracturi) și temperaturi atât de ridicate, încât să mobilizeze componenta leucocratică a rocilor granitoide, formate în condițiile menționate mai sus.

The physical conditions of the melt evolution, established in connection with zircon morphology and titanite, epidote and garnet crystallochemistry are characteristic of a melt formed at great depths, having probably as lower limit the zone between upper mantle and crust, which evolved to upper crust level.

The temperature interval established for both granitoids varies between $900^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$, but is higher for the Petreanu body ($900^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$) and lower for the Furcătura one ($700^{\circ} - 600^{\circ}\text{C}$).

The established pressure interval is the same for both massifs, about 18-22 kb, and fugacity of O_2 and H_2O is variable, but high during melt evolution.

The evolutionary process of melt could be considered to end at the upper part of the crust, the actual petrographic aspects being determined by the later migmatitic processes, probably developed by dynamic metamorphism, which created the necessary conditions for their development: access ways (fissures, fractures) and high temperatures, so that the leucocratic component of the granitic rocks could be mobilized.



STUDIUL MINERALOGIC AL ACUMULĂRILOR MANGANIFERE METAMORFOZATE DIN MUNȚII BISTRIȚEI, ZĂCĂMÂNTUL DADU MINERALOGICAL STUDY OF THE METAMORPHOSED MANGANESE ACCUMULATION IN THE BISTRIȚA MTS, DADU DEPOSIT

P. HÂRTOPANU, I. HÂRTOPANU, C. CRISTEA, G. STELEA, C. UDRESCU

Zăcământul Dadu este cantonat de formațiunea cuarțitelor negre (Tg_2) din seria de Tulgheș (Proterozoic superior-Cambrian inferior), serie tipic polimetamorfică. El se dezvoltă în partea de nord a câmpului minier Bistrița, cuprinzând zona din imediata vecinătate a vârfului Dadu. Cercetările noastre au permis identificarea, în zăcământul Dadu, a circa 100 minerale, față de aproximativ 15 câte erau cunoscute până în prezent, situându-l astfel printre zăcămintele de Mn din lume cu complexitate mineralogică medie. Minereul primar de mangan este constituit din carbonați (predominant), silicați, mai puțin oxizi și foarte puțin sulfuri. Carbonații sunt reprezentați prin: rodocrozit ferifer (o varietate de culoare gri și alta de culoare brună), rodocrozit, Ca-rodocrozit, siderit, kutnohorit, Mn-calcit, calcit, dolomit, aragonit. Silicații sunt reprezentați prin spessartin (cu varietățile: spessartin vechi metamorfic, spessartin-almandin, spessartin andraditic metasomatic și spessartin-calderit), tefroit (tefroit ferifer vechi și tefroit pur manganifer), Mn-humite (sonalit, alleghanyit), piroxmangit (metamorfic și filonian), rodonit (metamorfic și filonian), dannemorit vechi metamorfic, dannemorit format pe piroxmangit filonian și dannemorit format pe clorit sau talc, amfiboli alcalini galbeni asociați cu rodonit, magnezioriebeckit manganifer (format prin metasomatoză sodică pe dannemorit), manganpyrosmalit (format prin metasomatoză asupra tefroitului și rodonitului), bannisterit, friedelit și clorite foarte variate, stilpnomelan manganifer brun, bemmenit. Oxizii de Mn și Fe ("lower oxide") din zăcământul Dadu sunt: magnetitul, hematitul, ilmenitul, pirofanitul, hausmannitul. Dintre sulfuri apar pirita, pirotina, calcopirita, blenda, galena, alabandina și unele sulfuri de Ni, Co, As, în cristale prea mici pentru a putea fi determinate. Alte minerale din minereul primar sunt: grafit, cuarț, apatit, huebnerit, baritină, etc., arătate de asemenea în tabel. În ceea ce privește chimismul, piroxmangitul are $MnO=40\%$ față de rodonit care are $MnO=44\%$; piroxmangitul are cca. 8% FeO, pe când rodonitul are

The Dadu deposit occurs within the black quartzites formation (Tg_2) of the Tulgheș Series (Upper Proterozoic-Lower Cambrian), a typical polymetamorphic series. It is situated in the northern part of the Bistrița mining area, in the close proximity of the Dadu peak. About 100 minerals have been identified as against 15 species previously known. This fact characterizes the Dadu deposit as a deposit of a medium mineralogical complexity. The primary Mn-ore consists predominantly of carbonates, silicates, lesser oxides and subordinately sulfides.

The carbonates are represented by grey and brown feriferous rhodochrosite, Ca-rhodochrosite, kutnohorite, Mn-calcite, calcite, dolomite, aragonite. The silicates are represented by spessartine (old metamorphic spessartine, metasomatic andradite-spessartine and spessartine-calderite), tephroite (old feriferous tephroite and pure tephroite), Mn-humites (sonolite, alleghanyite), pyroxmangite (metamorphic and vein), rhodonite (metamorphic and vein), dannemorite (old metamorphic or formed at the expense of the vein pyroxmangite, chlorite and talc), yellow alkali amphiboles (associated with rhodonite), manganiferous magnesioriebeckite (formed by Na-metasomatism on dannemorite), manganpyrosmalit (formed by metasomatism on the tephroite and rhodonite), brown manganiferous stilpnomelane, bemmentite. Mn and Fe oxides ("lower oxides") of the Dadu deposit are magnetite, hematite, ilmenite, pyrophanite, hausmannite. The sulphides are pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite, sphalerite, galena, alabandite and some Ni, Co, As sulfides too small to be specifically determined. Other minerals from primary ore are graphite, quartz, apatite, huebnerite, barite.

In respect to chemistry, the pyroxmangite has different major oxides ($MnO=40\%$, $FeO=8\%$ and $CaO=1,5\%$) as against rhodonite with $MnO=44\%$, $FeO=3\%$ and $CaO=3\%$. Both minerals have Fe_2O_3 contents of about 1% . Dannemorite has normal chemistry of this mineral species ($FeO=15-16\%$, $MnO=17\%$



sub 3 % FeO. Rodonitul are un conținut sensibil mai ridicat în CaO (cca. 3 %) față de piroxmangit (cca. 1,5 %). Ambele minerale au un conținut în Fe₂O₃ în jur de 1 %. Chimismul dannemoritului se încadrează în valori normale pentru acest mineral (FeO=15-16 %, MnO=17 % și MgO=10,90 %), cu semnarea prezenței Fe₂O₃ în jur de 3,5 %.

Geneza minereului primar a avut loc în trei etape: o etapă metamorfică, cea mai importantă, când prin metamorfism regional au rezultat principalele minerale manganifere din zăcământ, o etapă metasomatică (metasomatoza cu Fe³⁺, Na, K, Cl, F, B) și o etapă hidrotermală, când au rezultat mineralele filoniene. Minereul primar, în special cel carbonatic, a fost supus unui proces intens de alterare, care a dus la dezvoltarea unei largi zone de oxidare, caracterizată prin concentrarea foarte mare a manganului. Mineralele specifice acestui minereu secundar sunt din grupa "higher oxides": nsutit, criptomelan, hollandit, coranadit, piroluzit, psilomelan, manganit, wad, goethit, lepidocrocit. Accidental mai apar, tot în zona de oxidare, anatasul și jarositul.

Mineralele din zăcământul Dadu

I. Carbonați

1. Rodocrozit ferifer
2. Rodocrozit
3. Mg-rodocrozit
4. Ca-rodocrozit
5. Kutnohorit
6. Mn-calcit
7. Calcit
8. Siderit
9. Dolomit
10. Aragonit

II. Silicați

1. Tefroit pur
2. Tefroit ferifer
3. Spessartin
4. Spessartin-almandin
5. Spessartin-andradit
6. Spessartin-calderit
7. Sonolit
8. Alleghanyit
9. Piroxmangit
10. Rodonit
11. Inesit
12. Johannsenit
13. Manganhedenbergit
14. Dannemorit prismatic
15. Dannemorit fibros
16. Antofilit

and MgO=10,9 %), only the Fe₂O₃ content of about 3,5 % is to be noted.

The genesis of the primary ore took place in three stages: the metamorphic stage – the most important – resulting in crystallisation of the main manganese minerals of this deposit, by regional metamorphism, metasomatic stage (Fe³⁺, Na, K, F, Cl, B, OH metasomatism) and hydrothermal stage, when vein minerals have resulted. The primary ore, especially the carbonate one, suffered an intense alteration process. It led to the development of the large oxidation zone with a strong manganese concentration. The specific minerals of the secondary ore are "higher oxides": nsutite, cryptomelane, hollandite, coranadite, pyrolusite, psilomelane, manganite, wad, goethite, lepidocrocite. The anatase and jarosite accidentally appear in the oxidation zone, too.

Minerals of the Dadu deposit

I. Carbonates

1. Ferriferous rhodochrosite
2. Rhodochrosite
3. Mg-rhodochrosite
4. Ca-rhodochrosite
5. Kutnohorite
6. Mn-calcite
7. Calcite
8. Siderite
9. Dolomite (Mn-dolomite)
10. Aragonite

II. Silicates

1. Pure tephroite
2. Ferriferous tephroite
3. Spessartine
4. Spessartine-almandine
5. Spessartine-andradite
6. Spessartine-calderite
7. Sonolite
8. Alleghanyite
9. Pyroxmangite
10. Rhodonite
11. Inesite
12. Johannsenite
13. Manganhedenbergite
14. Prismatic dannemorite
15. Fibrous dannemorite
16. Antophyllite



17. Mn-tremolit
18. Mn-actinolit
19. Mn-egirin
20. Mn-augit
21. Magnesioriebeckit manganifer
22. Amfiboli alcalini galbeni
23. Clinozoizit
24. Biotit
25. Stilpnomelan
26. Ferrostilpnomelan
27. Feristilpnomelan
28. Bannisterit
29. Manganpyrosmalit
30. Friedelit
31. Manganphlogopit
32. Manganophyllit
33. Muscovit
34. Pennantit
35. Ripidolit
36. Hissingerit
37. Clorit manganifer verde
38. Clorit manganifer brun
39. Schallerit
40. Bementit
41. Minnesotait
42. Talc
43. Neotokit
44. Greenalit
45. Albit
46. Microclin
47. Hyalophan
48. Celsian
49. Piemontit
50. Cloritoid (?)
51. Axinit (?)
52. Serpentină

III. Oxizi

A. Oxizi de temperatură relativ ridicată cu valențe mici

1. Magnetit
2. Hematit
3. Ilmenit
4. Pyrophanit
5. Braunit
6. Jacobsit
7. Hausmannit
8. Rutil

B. Oxizi de temperatură scăzută cu valențe mari

1. Nsutit
2. Cryptomelan
3. Pyrolusit
4. Manganit

17. Mn-tremolite
18. Mn-actinolite
19. Mn-aegirine
20. Mn-augite
21. Manganoan magnesioriebeckite
22. Yellow alkali amphiboles
23. Clinozoizite
24. Biotite
25. Manganoan stilpnomelane
26. Ferrostilpnomelane
27. Ferristilpnomelane
28. Bannisterite
29. Manganpyrosmalite
30. Friedelite
31. Manganphlogopite
32. Manganoan biotite
33. Muscovite
34. Pennantite
35. Ripidolite
36. Hissingerite
37. Green manganoan chlorite
38. Brown manganoan chlorite
39. Schallerite
40. Bementite
41. Minnesotait
42. Talc
43. Neotocite
44. Greenalite
45. Albite
46. Microcline
47. Hyalophane
48. Celsian
49. Piemontite
50. Chloritoid (?)
51. Axinite (?)
52. Serpentine

III. Oxides

A. Lower oxides

1. Magnetite
2. Hematite
3. Ilmenite
4. Pyrophanite
5. Braunite
6. Jacobsite
7. Hausmannite
8. Rutile

B. Higher oxides

1. Nsutite
2. Cryptomelane
3. Pyrolusite
4. Manganite



5. Hollandit
6. Coronadit
7. Ramsdellit
8. Psilomelan
9. Goethit
10. Lepidocrocit
11. Birnessit

IV. Sulfuri

1. Pirită
2. Pirotină
3. Calcopirită
4. Alabandină
5. Galenă
6. Sfalerit
7. Marcasită
8. Sulfuri de Ni, Co, As

V. Alte minerale

1. Baritină
2. Apatit
3. Mn apatit
4. Huebnerit
5. Monazit
6. Grafit
7. Cuarț
8. Titanit
9. Turmalină
10. Anatas
11. Jarosit
12. Calcedonie și opal

5. Hollandite
6. Coronadite
7. Ramsdellite
8. Psilomelane
9. Goethite
10. Lepidocrocite
11. Birnessite

IV. Sulfides

1. Pyrite
2. Pyrrhotite
3. Chalcopyrite
4. Alabandite
5. Galena
6. Sphalerite
7. Marcasite
8. Ni, Co, As sulfides

V. Other minerals

1. Barite
2. Apatite
3. Mn apatite
4. Huebnerite
5. Monazite
6. Graphite
7. Quartz
8. Titanite
9. Tourmaline
10. Anatase
11. Jarosite
12. Chalcedony and opal

Mineralogia complexă a zăcămintului Dadu este consecința naturii materialului inițial, premetamorfic, a condițiilor PT ale metamorfismului (prograd și retrograd), precum și a fugacităților O_2 , OH, CO_2 , Cl, F, B. Acestea din urmă au variat în timp și spațiu având un rol important în formarea de noi minerale în minereu. De asemenea, metasomatoza cu Fe^{+3} , Na, K, a fost un factor important în geneza de noi faze minerale.

The complexity of the Dadu deposit mineralogy is due to the original bulk composition and the character – prograde and retrograde – of the metamorphism as well as to the O_2 , OH, CO_2 , Cl, F, B fugacities. The last ones, varied in time and space, were very important in the new ore mineral formation. The metasomatism with Fe^{+3} , Na, K was an important contributor to new mineral phases, too.



FILOSILICAȚII MAGNEZIENI DIN CORPURILE DE ULTRAMAFITE DIN CARPAȚII MERIDIONALI

Mg-PHYLLOSILICATES OF SOME ULTRAMAFIC BODIES FROM THE SOUTHERN CARPATHIANS

L.ROBU , M. MĂRUNȚIU, G. STELEA, I. VANGHELIE, V. TOMOȘOIU

Studiul filosilicaților magnezieni include clorite asociate unor corpuri de roci ultramafice din aria Carpaților Meridionali întâlnite în formațiuni metamorfice, care aparțin atât Domeniului Getic cât și celui Danubian .

În Domeniul Getic s-au făcut studii asupra cloritelor din ultramafitele de la Rășinari, Pârvova și Marga, asociate Grupului Sebeș, iar în Domeniul Danubian, cele de la Urda, incluse în seria de Ielova.

În ambele cazuri, cloritele au fost generate în procese metasomatice, desfășurate în cursul metamorfismului regional, la contactul dintre rocile gazdă și rocile ultramafice, sau în interiorul acestora, cu intensități deosebite.

Asociațiile minerale observate în zonele limitrofe entităților menționate sunt de tipul: (1) Ca-amfibol+mice negre+clorit± talc± carbonați (Pârvova); (2) amfibol± mice negre+ clorit + talc ± carbonați (Marga); (3) amfibol +mice negre +clorit + minerale serpentinite (Rășinari); (4) amfiboli+mice negre +clorit (Urda).

În zonele de reacție, mineralele menționate pot fi întin asociate, sau constituite în zone mono- sau biminerale, cu dispunere paralelă, cu următoarea succesiune, de la exterior (roca înconjurătoare) spre interior (corpul de roci ultramafice): (1) mice negre (2) clorit +Ca-amfibol: (3) Ca-amfibol.

Datele de chimism au evidențiat caracterul puternic magnezian al cloritelor, cu concentrații interesante de Cr, Ni, V, mai ales în corpurile de la Rășinari și Urda (Cr = 3000 ppm; Ni = 1400 ppm și respectiv 3000 ppm; V= 110 ppm și 115 ppm).

Compoziția chimică corespunde termenului extrem magnezian al seriei clinoclor-chamosite, *clinoclor*, pentru toate cloritele studiate, cu caracter slab aluminos pentru cele din corpul de la Pârvova. Structura este tri-trioctaedrică (Weiss, 1991), cu grad maxim de ocupare a pozițiilor octaedrice (vacanțe =0) pentru majoritatea cloritelor; excepție fac cloritele din corpurile ultramafice de la Rășinari (vacanța = 0.091), Urda (vacanța = 0.339) și o probă din ultramafitul de la Pârvova (vacanța = 0.092).

Mg-phyllsilicates study includes chlorites associated with some ultramafic bodies from the Southern Carpathians area. These bodies had been met in crystalline formations of the Getic and Danubian Realms.

For the Getic Realm chlorites identified in the Rășinari, Pârvova and Marga ultramafic bodies, included in the Sebeș Group, and for Danubian one, the Urda ultramafite, included in Ielova Series have been studied. In both cases, chlorites were generated by metasomatic processes, developed during regional metamorphism, at the contact between country rocks and ultramafites, or inside these, with different intensities.

Mineral assemblages identified in the adjoining zones of the two mentioned entities are as follows:

(1) Ca-amphibole+black mica+chlorites+talc ± carbonate (Pârvova); (2) Ca-amphibole± black mica+chlorites+talc± carbonates (Marga); (3) Ca-amphibole+black mica+chlorites+ serpentine minerals (Rășinari);

- Ca-amphibole + black mica + chlorite (Urda)

Generally, the mentioned minerals and mineral assemblages had been met at the limit between ultramafites and country rocks, being (1) very closely associated with one another, or forming mono- and dimineral zones, with the same orientation, having the following succession: (1) black mica; (2) chlorites + Ca-amphibole; (3) Ca-amphibole.

The chemical data emphasized the high-Mg-character of the investigated chlorites, presenting interesting concentrations of Cr, Ni, V, especially for the chlorites from the Rășinari and Urda ultramafites (Cr = 3000 ppm; Ni = 1400 ppm and respectively 3000 ppm; V = 110 ppm and 115 ppm).

The chemical composition is characteristic of the high Mg-term of the clinoclor-chamosite series, *clinoclor*, for all investigated chlorites, with a low aluminous character for the chlorites from the Pârvova ultramafic body.

The chlorites emphasized a tri-trioctahedral structure (Weiss, 1991), with a high degree of filling of octahedral positions (vacancy = 0) for the majority of



Substituțiile care au avut loc la nivel octaedric ($Mg \rightarrow Al$ sau $Mg \rightarrow Fe, Cr, Ni, Mn$) au determinat variații ale principalilor parametri structurali calculați: b și d_{001} .

Astfel, din calculul parametrului b au rezultat variații, în sensul creșterii valorice a acestuia odată cu creșterea conținutului în Fe, Mn, Cr, Ni .

Se remarcă de asemenea o modificare valorică a parametrului b în funcție de:

- asociație minerală; (1) valorile cele mai ridicate au fost calculate pentru cloritele ce se constituie în roci monominerale (cloritite), indiferent de aspectul morfologic al acestora, microcristalin sau pegmatoid; (2) valori intermediare au fost obținute pentru cloritele asociate micelor negre; (3) valorile cele mai mici sunt caracteristice pentru cloritele întâlnite în asociație cu Ca-amfibol.

- tipul petrografic al ultramafitului; (1) valorile cele mai ridicate aparțin cloritelor asociate corpului ultramafic de la Pârvova; (2) valori intermediare au cloritele din corpurile de la Rășinari și Marga; (3) valorile cele mai mici au fost obținute pentru cloritele analizate din corpul de la Urda.

Calculul parametrului d_{001} pe nivele structurale (tetraedric și octaedric) a arătat variații valorice, generate de modificările cantitative ale Al , care, însă, în cazul cloritelor studiate nu sunt sistematice.

Studiul cloritelor din punct de vedere chimic și structural a evidențiat variații structurale la nivel octaedric, subliniate de chimism, determinate de:

- tipul petrografic al ultramafitului;
- natura rocii gazdă;
- modul de desfășurare a proceselor metasomatice.

Nu au fost observate modificări chimice și structurale determinate de variații morfologice.

chlorites; exceptions are chlorites from the Rășinari and Urda bodies and a sample from the Pârvova body, which have vacancies different by zero (0.091- Rășinari; 0.339- Urda; 0.092- Pârvova).

The substitutions which took place at the octahedral level ($Mg \rightarrow Al$; $Mg \rightarrow Fe, Cr, Ni, Mn$) had determined some variations of the main structural parameters, as b and d_{001} .

The calculation of b parameter emphasized some specific variations in all chlorites in the same sense: the b parameter value increases with the increasing of the Fe, Mn, Cr, Ni content.

The variation of b parameter is also determined by:

- mineral assemblage: (1) the highest values had been calculated for chlorites which are constituted in monomineral rocks (chloritites), irrespective of their morphological aspect, microcrystalline or pegmatoid; (2) intermediary values for chlorites associated with black mica; (3) low values for chlorites observed in association with Ca-amphibole;

- petrographic types of ultramafic body: (1) the highest values for chlorites met in the Pârvova ultramafite; (2) intermediary values for those from the Rășinari and Marga bodies; (3) the lowest values for the Urda ultramafic body.

The calculation of the d_{001} parameter at the structural levels (tetrahedral and octahedral ones) emphasized some value variations, determined by the Al quantitative variations, which are not systematic for the studied chlorite.

The chemical and structural study of chlorites pointed out some structural variations at the octahedral level, emphasized by the chemical changes determined by: (1) the petrotype of ultramafic body; (2) the country rocks; (3) the development of the metasomatic processes.

No chemical and structural changes had been determined by the morphological variations.

References

- Weiss, K. (1991) Interpretation of chemical composition and X-Ray diffraction patterns of chlorites. *Geologica Carpathica*, 42, 2.



FILOSILICAȚI MAGNEZIENI ȘI MINERALE ASOCIATE ÎN UNELE CORPURI ULTRAMAFICE DIN CARPAȚII MERIDIONALI (CORPUL ULTRAMAFIC DE MARGA)

MG-PHYLLOSILICATES AND ASSOCIATED MINERALS IN SOME ULTRAMAFIC BODIES FROM THE SOUTHERN CARPATHIANS (MARGA ULTRAMAFIC BODY)

L. ROBU, G. STELEA, I.N. ROBU, I. VANGHELIE, V. TOMOSOIU

Introducere

Acest studiu își propune o investigație mineralogică a corpului ultramafic de la Marga, în strânsă legătură cu procesele metasomatice care l-au afectat, și care i-au modificat conținutul mineralogic inițial.

Corpul ultramafic de la Marga este unul din numeroasele corpuri ultramafice din Carpații Meridionali, inclus ca lentilă, în formațiunile cristalofiliene ale Seriei de Sebeș-Lotru.

Seria de Sebeș-Lotru formează una din cele mai importante componente ale soclului pânzei getice.

Limitele dintre corpul ultramafic și rocile înconjurătoare sunt relativ bine conturate, prezentând uneori evidente aspecte tectonice.

Rocile ultramafice inițiale au fost intens afectate de procese metasomatice, determinate și întreținute de faze diferite ale metamorfismului regional. Nu au fost observate minerale relict. Mineralele și asociațiile minerale identificate indică o adaptare retrogradă a contextului mineralogic inițial.

Datele necesare pentru stabilirea chimismului mineralelor și a caracteristicilor structurale au fost obținute folosind (1) analize chimice de silicați, (2) date de difracție de raze X și (3) date de absorbție în IR.

Mineralele investigate sunt următoarele: talc, clorit, flogopit, tremolit, dolomit, albit, cuarț și pirita.

Talc

A fost observat ca: (1) constituent principal al rocilor cu talc; (2) umplutura unor flonașe sau mici lentile în rocile cu talc; (3) principal substituent al agregatelor macro sau microgranulare de clorit sau amfibol. Analizele chimice au indicat termenul extrem magnezian al seriei talc-pirofilit, pentru toate probele, cu conținuturi mici de Al, Fe_2^+ , Fe_3^+ și urme de Mn, Ti, Cr, Ni, Ca. Caracteristicile structurale nu evidențiază procese însemnate de substituție între (1)

Introduction

This study deals with the mineralogical investigation of the Marga ultramafic body connected to metasomatic processes, which affected it and changed its initial mineralogical content.

The Marga ultramafic body represents one of few ultramafic bodies from the Southern Carpathians, being included as lens, in the Precambrian crystalline formations of the Sebeș-Lotru Series.

The Sebeș-Lotru Series forms one of the most important geological components of the basement of the Getic Realm.

The limits between the ultramafic body and the country rocks are very clear, sometimes with obvious tectonic aspects.

The initial ultramafic rocks are highly affected by metasomatic processes determined and maintained by the different phases of the regional metamorphism. No relict minerals of the initial ultramafic body have been observed.

The identified minerals and the emphasized mineral assemblages point out a retrograde adaptation of the minerals from the Marga ultramafic body.

All data necessary for establishing the mineral chemistry and structural features were obtained using (1) powder chemical analyses, (2) X-Ray diffraction data and (3) IR absorption ones.

The investigated minerals are: talc, chlorite, phlogopite, tremolite, dolomite, albite, quartz and pyrite.

Talc

It was observed as: (1) the main constituent of talc bearing rocks; (2) vein fillings or small lenses in talc-bearing rocks; (3) the main substituent mineral for micro- and macro-crystalline chlorite and amphibole aggregates. Chemical analyses point out for all samples a typical Mg end-member composition in the talc-pyrophyllite series, with minor Al, Fe_3^+ , Fe_2^+ , content and Mn, Ti, Cr, Ni, Ca as trace elements.



Si și Al la nivel tetraedric, sau (2) Mg și Fe_2^+ , Fe_3^+ , Mn, Ni, Cr în lanțurile octaedrice. Spectrele de absorbție în IR confirmă aceste modificări structurale, indicând în același timp legăturile existente între gruparea oxidril și cationii octaedrici. Astfel, în regiunea $3400\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ au fost înregistrate trei benzi de absorbție caracteristice: 3676 , 3660 , 3440 cm^{-1} , care pot fi atribuite conexiunii dintre OH^- și 3Mg , 2MgR^{2+} , și Mg^2R^{2+} (Winkins and Ito., 1967, fide Bailey, 1988).

Clorit

Cloritul este prezent în cele mai multe asociații minerale ca: (1) mineral de substituție pentru flogopit și amfibol; (2) mineral substituit de talc. Au fost observate două importante aspecte morfologice: (1) microcristalin, (1a) constituind roci monominerale (cloritite), sau (1b) component al matricei rocilor cu talc și carbonat; (2) macrocristalin, în apropierea zonelor filoniene. Datele cristalochimice definesc o structură de tip tri-trioctaedric (Weiss, 1991), având suma cationilor octaedrici cuprinsă între 6.000 și 5.000 și vacanțe între 1.000 și 0.000. Este evident caracterul puternic magnezian al cloritelor, determinat de predominanța cationilor de Mg în poziții octaedrice, comparativ cu cei de Al, Fe_3^+ , Fe_2^+ , Ni, Cr. Aceasta ilustrează termenul clinoclor al seriei clinoclor-chamosite, în care fenomenele de substituție pe nivele octaedrice, între Mg și alți cationi di- sau trivalenți, sunt foarte puțin prezente.

Caracteristicile chimice și structurale sunt bine reliefate de benzile de absorbție în IR la frecvențe specifice de 460, 660, 950, 990, 342 și 3560 cm^{-1} , atribuite vibrațiilor de tip stretching pentru legături de tip Si-O-Mg; Si-O-Al_{IV}; Si-O-Si și (Fe,Mg)-OH; FeOH (Marel și Beutelspracher, 1976).

Datele de difracție RX sunt asemănătoare celor specifice cloritelor de tip 1a.

Flogopit

Macro și microscopic a fost observat sub două aspecte și anume: (1) roci monominerale, constituite exclusiv din lamele de flogopit bine evidențiate, transparente, de culoare brun-roșcat, cu aceeași orientare, determinată de gradul de tectonizare al rocii; (2) asociat cu cloritul, în agregate microgranulare. Caracteristicile chimice și structurale au evidențiat termenul magnezian, flogopitul, al seriei micelor negre, cu puține fenomene de substituție, între cationii de Mg și cei bivalenți (Fe_2^+ , Mn, Ni), trivalenți (Al, Fe_3^+ , Cr) sau tetravalenți, distribuiți pe nivele octaedrice. Cationii interstructurali, reprezentați prin K, Na și Ca completează numai parțial aceste poziții.

Conexiunile dintre (1) nivelele structurale tetraedrice-octaedrice; (2) cationii octaedrici și gru-

The crystal structure of talc, emphasised a minor substitution process between (1) Si and Al in the tetrahedral chains, and (2) Mg and Fe_3^+ , Fe_2^+ , Mn, Ni and Cr, in octahedral layers.

Infrared absorption spectra confirm this crystal structure, but at the same time point out the existent connections between the OH group and octahedral cation configurations.

So, in the $3400\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ region, three characteristic absorption bands, about 3676 , 3660 , 3440 cm^{-1} exist and can be ascribed to OH co-ordinated to 3Mg , 2MgR^{2+} and Mg^2R^{2+} (Wilkins and Ito, 1967, fide Bayley, 1988)

Chlorite

The chlorite is present in most mineral assemblages as (1) a substituent mineral for phlogopite and amphibole; (2) a mineral substituted by talc.

Two important morphological aspects were observed: (1) microcrystalline, (1a) constituting monomineral rocks (cloritites); (1b) in the matrix of some talc+carbonate-bearing rocks; (2) macrocrystalline, nearby the vein zone.

Crystallochemical compositions define a tri-trioctahedral structural type (Weiss, 1991), containing the sum of octahedral cations, between 6.000 and 5.000, and the vacancies between 1.000 and 0.000.

The strong Mg-character of chlorites is evident given by the Mg-cations predominance in octahedral position, comparatively with Al, Fe_3^+ , Fe_2^+ , Ni, Cr.

This illustrates the clinoclore term of the clinoclore-chamosite series, with very few substitution phenomena between Mg and other di- and trivalent cations in the octahedral sites.

These chemical and structural features are very well emphasised by the IR absorption bands at the characteristic frequency of 460, 660, 950, 990, 3420 and 3560 cm^{-1} , ascribed to stretching vibrations Si-O-Mg; Si-O-Al_{IV}; Si-O-Si; or stretching ones (Fe, Mg)-OH; Fe-OH (Marel and Beutelspracher, 1976).

X-Ray powder diffraction data are similar with the chlorite type.

Phlogopite

Two macro and microscopic aspects had been observed: (1) monomineral rocks, constituted from well emphasized, transparent, brown-reddish flakes, with the preferential orientation, determined by the tectonic fabric of the rocks; (2) associated with chlorite, in microcrystalline aggregates.

Chemical and structural characteristics emphasised a phlogopite term, with a few substitution phenomena, between Mg and di- (Fe_2^+ , Mn, Ni), tri- (Al, Fe_3^+ , Cr) and tetravalent (Ti) cations, scattering on the oc-



părilor OH^- ; (3) interacțiunea existentă între cationii aceluiași nivel structural, sunt redată în spectrele de absorbție în IR.

În domeniul de frecvență $550\text{--}850\text{ cm}^{-1}$ au fost înregistrate vibrații ale legăturilor Mg-O-Si sau $\text{Fe, Mg, -Al}_{IV}\text{-O-Si-O-Al}$; între $816\text{--}820$, $720\text{--}722$, $686\text{--}690\text{ cm}^{-1}$ s-au evidențiat legături de tipul, Si-O-Al_{IV} (Scubican, Roy, 1961), iar la frecvențe mai mari 3441 și 3720 cm^{-1} , vibrații de tip "stretching" determinate de interacțiunea dintre $\text{MgR}^{2+}+\text{OH}^-$ și $3\text{Mg}^+\text{OH}^-$.

Relațiile spațiale existente între plane reticulare, evidențiate de date de difracție RX indică un flogopit de tip 2M^2 .

Tremolit

Într-o singură zonă a corpului ultramafic de la Marga au fost identificați amfiboli ca: (1) roci monominerale; (2) cristale bine individualizate în roci cu talc și clorit, prezentând două stadii diferite de substituție prin talc (2a) parțiale, când aceste procese sunt observate numai în zonele marginale ale cristalelor sau pe planele de clivaj; (2b) totale, când întreg cristalul este substituit de clorit și/sau talc.

Chimismul este caracteristic unui amfibol calcic, de tip tremolit (Leake, 1978, fide Velden, 1981). Studiile structurale ale amfibolilor calcici au indicat o structură monoclinică, cu simetrie C2/m , determinată de aranjamentul spațial al celor patru unități structurale majore, T, C, B și A. Cele două lanțuri tetraedrice sunt constituite în majoritate din cationi de Si și, într-o mică măsură, din Al ($0.015\text{--}0.245$). Cationii octaedrici ai grupului C, repartizați pe nivelele M(1), M(2), M(3), reprezentați prin Mg , Fe_2^+ , Fe_3^+ , Ti, Mn, în proporții variabile ($\text{Fe}_3^+\text{Fe}_2^+$, Ti, $\text{Mn}\leq 1$ și $\text{Mg}=4.372\text{--}4.390$), sunt grupați pe nivele octaedrice, ca 3Mg , 2Mg Fe_2^+ , Mg_2Fe_3^+ , în jurul grupării OH^- . Această configurație structurală a fost identificată în spectrele de absorbție în IR, care prezintă benzi de absorbție caracteristice la 3680 , 3660 , 3650 și 3630 cm^{-1} , determinate de vibrații "stretching" ale celor trei entități menționate mai sus. Nivelul M4, situat la limita dintre lanțurile octaedrice și tetraedrice, este completat de cationi de Ca ($1514\text{--}1.803$), Mg ($0.483\text{--}0.144$) și Na ($0.053\text{--}0.084$). Nivelul A este parțial ocupat de Na ($0.032\text{--}0.114$) și K ($0.00\text{--}0.032$). Poziția O_3 este predominant ocupată de OH^- și parțial completată de O^{2-} și F. Această configurație este rezultatul: (1) prezenței elementelor volatile în mediul de cristalizare; (2) caracterului oxidant al acestuia; (3) proceselor de oxidare, post-cristalizare, care au implicat reacții de oxidare-dehidroxilare.

Dolomit

Dolomitul este carbonatul identificat în (1) roci cu

tetrahedral levels.

The inter-layer cations, represented by K, Na and Ca, fill only partially this structural level.

The connections between (1) tetrahedral and octahedral structural levels; (2) the octahedral cations and OH groups, and (3) the interactions between the cations of the same structural levels are presented in the IR absorption spectra.

In the $550\text{--}850\text{ cm}^{-1}$ domain had been registered the vibrations of the Mg-O-Si or $\text{Fe, Mg, Al}_{IV}\text{-O-Si-O-Al}$; Si-O-Al_{IV} at $816\text{--}820$; $720\text{--}722$; $686\text{--}690\text{ cm}^{-1}$ (Stubican, Roy, 1961), and much higher frequency, 3441 and respectively 3720 cm^{-1} , the stretching vibrations, determined by the interaction between $\text{MgR}^{2+}+\text{OH}^-$ and Mg_3+OH^- .

The spacing relations between some reticular planes, emphasised by X-Ray diffraction pattern, show a 2M^2 phlogopite type.

Tremolite

A single zone of the Marga ultramafic body includes amphiboles, as (1) monomineral rocks; (2) large developed crystals in talc+ chlorite bearing rocks, presenting two different substitution stages by talc, (2a) partial ones, when talc substitution metasomatic processes are observed only in marginal zones of the crystals or on cleavage planes; (2b) total ones, when the whole crystals are substituted by talc and/or chlorites.

Chemical features of considered amphiboles are characteristic for calcic amphibole group, indicating a tremolite term (Leake, 1978, fide Velden, 1981).

Structural studies of the calcic amphiboles pointed out a monoclinic structure, with space group symmetries C2/m , determined by the arrangement of four major structural units, T, C, B and A.

The tetrahedral double chains are mostly filled by Si-tetrahedral cations and subordinately by Al ($0.015\text{--}0.245$).

The octahedral cations of C group scattered on M(1), M(2), M(3) sites are represented by Mg, Fe_2^+ , Fe_3^+ , Ti, Mn, in variable proportions (Fe_3^+ , Fe_2^+ , Ti, $\text{Mn}\leq 1$ and $\text{Mg}=4.372\text{--}4.390$) and are grouped in the octahedral cation configurations as 3Mg , 2Mg Fe_2^+ , Mg_2Fe_3^+ , around a hydroxyl group.

This structural configuration was identified in IR absorption spectra, which present characteristic absorption bands at 3680 , 3660 , 3650 and 3630 cm^{-1} , determined by stretching vibration of the three above mentioned entities.

The M4 site, situated at the junction of octahedral layers and tetrahedral chain, is filled by Ca ($1514\text{--}1.803$), Mg ($0.483\text{--}0.144$) and Na ($0.053\text{--}0.084$).

The A site is partially occupied by Na ($0.032\text{--}0.114$) and K ($0.00\text{--}0.032$).



talc și clorit, sau (2) filonase, prezentând un aspect masiv, fiind în asociație cu talc, cuarț, albit.

Caracterul puternic magnezian este ilustrat de (1) analizele termo-diferențiale ($\text{CO}_2\text{-MgCO}_3/\text{CO}_2\text{-CaCO}_3$; 1, Todor, 1972) și (2) datele de difracție RX (raportul intensităților calcitului (3.03 Å) și dolomitului (2.88 Å) este egal cu 9/1).

Albit

A fost identificat în asociații minerale filoniene de tip albit+dolomit+talc+cuarț, și caracterizat, prin datele de difracție de RX, ca albit de temperatură scăzută.

Cuarț

Cuarțul a fost întâlnit, în asociație cu dolomit și albit, ca umplutură a unor filoane.

Pirita

Pirita este diseminată într-o arie foarte restrictivă, incluzând (1) roci cu talc și clorit sau (2) roci cu cuarț și feldspat, sub formă de (1) cristale individuale, sau (2) agregate policristaline, constituite din cristale concreșcute neregulat. Aspectele morfologice sunt asemănătoare în ambele entități menționate mai sus: habitus cubic, cristale anizotrope ($a \neq b \neq c$), striuri groase, uniforme, egal distribuite pe suprafața fețelor.

Aceste caracteristici morfologice indică un mecanism de creștere a fețelor "strat după strat", la temperaturi de aproximativ de 400°C și o suprasaturație moderată a componentilor (Murowichich, Barnes, 1987). Metasomatism: sistem, faze, mecanisme și reacții minerale. Toate modificările hidrometasomatice evidențiate au avut loc între două entități petrografice diferite: corpul ultramafic și roci cuarțo-feldspatice, în prezența H_2O , CO_2 , F, S, sub controlul parametrilor termo-dinamici.

Aceste procese metasomatice au determinat apariția unor faze minerale noi și a unor asociații minerale specifice fiecărui moment, așa încât echilibrul sistemului considerat să fie asigurat continuu.

Astfel, au fost evidențiate câteva faze evolutive distincte:

1 - apariția tremolitului și flogopitului, ca faze metasomatice minerale noi, determinate de interacțiunea dintre sistemul inițial ultramafic și volatile ($\text{H}_2\text{O} + \text{F}$), însoțite de cationi de K, Ca, Al.

Nu au fost observate relații intermineralare între tremolit și flogopit, astfel încât acestea ar putea fi faze simultane sau succesive. Nu sunt indicii privind contextul mineralogic inițial ultramafic, acesta fiind substituit de noi faze metasomatice.

2 - apariția cloritului, ca o nouă fază de echilibru, datorită modificării parametrilor fizico-chimici ai sistemului: (1) diminuarea temperaturii și presiunii și (2) modificarea soluțiilor metasomatice (existența catio-

The O3 position is predominantly occupied by OH and only partial by O2- and F. The O3 identified configuration is the result of (1) presence of volatile elements in the crystallisation environment (2) the oxidant character of this one, and (3) post-crystallisation oxidating metasomatic processes, involving oxidation-dehydroxylation reactions.

Dolomite

Dolomite is the carbonate type identified in (1) talc+chlorite-bearing rocks, (2) some veins, with massive aspect, together with talc+quartz+albit.

Mg-high character of dolomite is emphasised by differential thermal analysis ($\text{CO}_2\text{-MgCO}_3/\text{CO}_2\text{-CaCO}_3$ 1, Todor, 1972), and X-Ray diffraction data (X-Ray intensity ratio between calcite (3.03 Å) and dolomite (2.88 Å)=9:1).

Albite

Albite was identified in vein mineral assemblages as albit \pm dolomite \pm talc \pm quartz, and its structural characteristics, as low albite, were emphasised by its X-Ray powder diffraction pattern.

Quartz

Quartz was met in dolomite \pm albite association, as filling some veins.

Pyrite

Pyrite is disseminated in a restricted area, including talc+chlorite bearing rocks and quartz-feldspar ones, as (1) individual crystals, (2) polycrystalline aggregates, constituted from irregular intergrowth crystals.

Morphological aspects are the same in two above mentioned entities, cubic and anisotropic crystals ($a \neq b \neq c$), rough uniform stripes, equally distributed on the surface of the faces.

These ones point out a "step by step" growth mechanism of the faces, at the temperature about 400°C , and moderate superconcentration of the components (Murowichich, Barnes, 1987).

Metasomatism: Systems, phases, mechanisms and mineral reactions

All hydrometasomatic exchanges took place between two different petrographical entities, ultramafic body and quartz-feldspar rocks, in the presence of H_2O , CO_2 , F, S, under control of the thermodynamic parameters.

These metasomatic processes determined the appearance of the new mineral phases and new mineral associations, so that a permanent equilibrium of the metasomatic system to be assured.



nilor liberi de Fe_3^+ , Fe_2^+ , Al), ceea ce a determinat o instabilitate a tremolitului și flogopitului;

3 - apariția talcului și dolomitului, datorită unei noi modificări a condițiilor de echilibru, când în sistem sunt introduse CO_2 și cationi de Ca;

4-ultima fază de evoluție, reprezentată de fluide ($\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2$) și cationi liberi ca Mg, Si, Al, Ca, Fe_3^+ , Fe_2^+ , se încheie odată cu apariția asociațiilor minerale de tip filonian.

Este evident că în timpul proceselor metasomatice au avut loc două tipuri de reacții: (I) reacții care implică numai H_2O , când CO_2 și alte elemente sunt (1) absente, (2) componente inerte în fluid, (3) în cantitate insuficientă pentru a se implica în reacții (astfel de reacții sunt menționate la punctele 1 și 2); (II) reacții implicând atât H_2O cât și CO_2 , care sunt menționate la punctele 3 și 4.

O fază aparte este reprezentată de pirită, când în sistemul metasomatic este prezent S, dar acest moment este foarte scurt ca timp și foarte restrictiv ca arie.

Concluzii

Mineralele identificate, asociațiile minerale observate și evoluția metasomatică a corpului de la Marga conduc la câteva concluzii generale:

- în timpul transformărilor metasomatice care au afectat corpul ultramafic de la Marga, majoritatea speciilor minerale cristalizate în procese metasomatice s-au format datorită existenței unor faze fluide, bogate în H_2O , care au putut fi continuu îmbogățite prin: (1) un nou aport de fluid sau, (2) reacții de dehidroxilare ale mineralelor hidratate, în special a amfibolilor;

- o evidență îmbogățire a fazelor fluide în CO_2 în stadiile finale ale proceselor metasomatice, când apar rocile cu carbonați;

- un caracter oxidant permanent al mediului de cristalizare, evidențiat de prezența cationilor de Fe_3^+ în toate fazele silicate;

- succesiunea fazelor minerale și asociațiile minerale identificate reflectă o adaptare retrogradă polifazică a sistemului inițial la condiții de presiune și temperatură mai coborâte;

- lipsa unor relice minerale ca faze minerale inițiale, în corpul ultramafic de la Marga, nu a permis o evaluare a evoluției premetamorfice, dar este posibil ca unele momente metasomatice să implice citeve faze minerale inițiale, anhidre, dominante, cum ar fi olivina și/sau piroxenii;

- considerând condițiile de echilibru, stabilite pentru (1) tremolit+clorit+orthopiroxen, și (2) minerale serpentinite, în alte corpuri ultramafice din aceeași arie (Mărunțiu, 1984), la temperaturi, variind între 700°C și 750°C (1) și 400°C (2), și presiuni de aproximativ

So, some distinct evolutionary phases have been distinguished:

1-the appearance of tremolite and phlogopite, as new metasomatic mineral phases, determined by reaction between the initial ultramafic system and $\text{H}_2\text{O}+\text{F}$, together with some ions concentrations as K, Ca, Al.

No mineralogical relations exist between tremolite and phlogopite, so that they could be simultaneous or successive phases.

No indications about the initial mineral content of the ultramafic body exist, as it was substituted by new mineral metasomatic phases;

2-the appearance of chlorite, as a new metasomatic equilibrium phase, due to exchanges of the physico-chemical parameters, (1) the diminution of the temperature and the pressure, and (2) the modification of the composition of metasomatic solution (the existence as free cations of Fe_3^+ , Fe_2^+ , Al^{3+} determined an instability of tremolite and phlogopite;

3 - the appearance of talc and dolomite, due to a new change in the equilibrium conditions, when in the system were introduced CO_2 and Ca cations;

4 - the last evolutionary phase is represented by the fluids ($\text{H}_2\text{O}+\text{CO}_2$) and some free cations, as Mg, Si, Al, Ca, Mg, Fe_3^+ , Fe_2^+ , which had been finished when a vein mineral association was formed.

It is evident that during the development of the metasomatic processes two types of reactions have been involved: (I) reactions involving only H_2O , when CO_2 and other elements are (1) absent, (2) an inert component of the fluid, (3) an insufficient quantity to participate in reactions (some examples of this type are mentioned, as points 1 and 2); (II) reactions involving both H_2O and CO_2 , which were mentioned as points 3 and 4.

A different phase is represented by pyrite, when in the metasomatic system is S present, but this metasomatic moment is very short in time and very restrictive as area.

Conclusions

The identified minerals, observed mineral assemblages and metasomatic evolution of the Marga ultramafic body emphasize some general conclusions:

- during the metasomatic exchanges which affected the Marga ultramafic body, the majority of the metasomatic mineral species were formed due to the existence of fluid phase, rich in H_2O , which could be continually enriched by (1) a new addition of fluid, or (2) dehydroxylation reactions of the hydrated minerals, especially, Ca-amphiboles;

- an evident enrichment of the fluid phase in CO_2 in the final stages of the metasomatic processes, when carbonate bearing rocks appear;



6 kbari și respectiv 4 kbari, procesele metasomatice din corpul ultramafic de la Marga s-au desfășurat la temperaturi mai mici de 750°C și mai ridicate decât 400°C, și într-un interval de presiune cuprins între 6-4 kbari.

- a permanent oxidant character of the metasomatic environment, emphasized by the presence of Fe_3^+ cations in all silicate phases;

- the succession of the mineral phases and identified mineral associations reflect a retrograde, polyfasic adaptation of the initial mineral system to lower temperature and pressure conditions;

- lack of mineral relicts of the initial mineral phases, in the Marga ultramafic body, did not allow an evaluation of the premetasomatic evolution, but it is possible that the different metasomatic stages involve especially some anhydrous phases, as olivine, pyroxene;

- considering the equilibrium conditions established for: (1) tremolite+chlorite+orthopyroxene, and (2) serpentine minerals, in other ultramafic bodies from the same area (Mărunțiu, 1984), at temperature, varying between 700°C-750°C (1) and 400°C (2), and pressure about 6 kbars, and respectively 4 kbars, the metasomatic processes developed in the Marga ultramafic body at temperatures lower then 750°C and upper then 400°C, and in the pressure interval about 6-4 kbars.

References

- Bayley, S. W. (1988) Hydrous phyllosilicates, *Reviews in Mineralogy*, 19.
- Marel, H.W. and Beutelspracher, H. (1976) Atlas of Infrared Spectroscopy of Clay Minerals and their Admixture. Elsevier Pub.
- Mărunțiu, M. (1984) Studiul geologic complex al rocilor ultramafice din Carpații Meridionali. Teza de doctorat, Universitatea București.
- Murowchich, J.B., Barnes, H.L. (1987) Effects of temperature and degree of supersaturation on pyrite morphology. *Am Mineral.*, 72, p. 1241-1250.
- Stubican, V and Roy, R (1961) Isomorphous substitution and infrared spectra of the layer lattice silicates. *Am. Mineral.*, 47, p. 32-51.
- Todor, D.N. (1972) Analiza termică a mineralelor Ed. Tehnica, București, 280p.
- Veblen, D. R. (1981) Amphiboles and other hydrous Pyriboles. *Reviews in Mineralogy*, 9A.
- Weiss, K. (1990) Interpretation of chemical composition and X-Ray diffraction patterns of chlorites. *Geologica Carpathica*, 42, 2.



POSSIBILITIES OF THE CHROMITE FROM BENIA-BREAZA

I. ENE, L. CRISTACHE, C. RUSU, I. NIȚULESCU, D. ION

Perimetrul Benia este situat pe teritoriul comunei Breaza (județul Suceava) la cca. 30 km NV de orașul Câmpulung Moldovenesc, în partea de NE a României.

Din punct de vedere geologic, acest perimetru este situat în partea nordică a sinclinalului extern Rarău-Breaza aparținând zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali care are în constituția sa un fundament cristalin și o cuvertură sedimentară mezozoică.

În această zonă au fost puse în evidență 4 corpuri de ultrabazite serpentinizate. Acestea aflorează în sectoare diferite și constituie roca gazdă pentru cromitele care apar sub formă de benzi (decimetrice), noduli și lentile.

Această mineralizație a fost cercetată preliminar prin două șanțuri și un puț, materialul rezultat fiind depozitat într-o haldă.

S.C. Geomold S.A. a prelevat din această haldă o probă de 190 kg și a solicitat Institutului Geologic al României efectuarea unui studiu, pe această probă, din punct de vedere mineralogic, precum și stabilirea posibilităților de valorificare a acestor cromite.

Această probă este constituită în exclusivitate din fragmente compacte de cromit slab impurificate cu cuiburi și filonase de serpentină și clorite. Compoziția mineralogică a probei este următoarea : 90% cromit (chromicite); 5-6% serpentină; 2-3% clorite; sub 1% alte minerale (oxizi de Fe, oxizi de Fe-Ti, sulfuri de Fe-Ni; minerale argiloase).

Masa de cromit este foarte neuniformă datorită gradului diferit de cataclazare (de la fisuri rare până la fisurare foarte puternică) și impurificării cu silicați. Masa fragmentelor apare constituită din granule omogene de cromit (de dimensiuni milimetrice) cimentate într-o masă de granule puternic zdrobite (ajungând până la finețe micronică); cimentul poate fi monomineral (particule de cromit) sau complex (cromit asociat cu serpentină și clorite).

The Benia perimeter is situated within the Breaza village territory (Suceava county) , some 30 km NW of Câmpulung Moldovenesc town, in the north-eastern corner of Romania.

From the geological point of view, this perimeter is located on the northern part of the Rarău-Breaza external syncline that belongs to the northern part of the Crystalline - Mesozoic Zone (crystalline basement with Mesozoic sedimentary cover) of the Eastern Carpathians.

Four serpentized ultrabasic bodies have been found out in the Benia-Breaza zone. They outcrop in different sectors and represent the host rocks of chromites that appear as decimetric bands, nodules and lenses.

This mineralization has been preliminary investigated through two grooves and one shaft, the resulted material being deposited in a pile.

S.C. Geomold S.A. Câmpulung-Moldovenesc picked up a sample (≈ 190 kg) from this pile and requested the Geological Survey of Romania to make a study on the sample from the mineralogical point of view as well as to establish some possibilities for utilisation of these chromites.

The sample consists solely of chromite compact fragments with slight serpentine and chlorite impurities forming little veins or nests. The mineralogical composition of the sample is the following: 90% chromite (chromicite); 5-6% serpentine; 2-3% chlorite; less than 1% other minerals (Fe oxides, Fe-Ti oxides; Fe-Ni sulphides, clay minerals).

The chromite mass shows a different degree of cataclasis (from rare to dense cracks) and also some silicate impurities. The fragments of chromites consist of chromite homogeneous grains of millimetric resolution cemented by a highly crushed mass (down to micronic resolution); the cement is both monomineral (chromite grains) and complex (chromite in association with serpentine and chlorite) .



Compoziția chimică a spinelului cromifer din probă este următoarea :

55.03% Cr_2O_3 ; 12.34% Fe_2O_3 ($\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 4.46$); 14.66% Al_2O_3 ; 12.11% MgO ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO} = 1.21$); 2% alte elemente (other elements).

Analiza granulometrică a probei a indicat că diametrul mediu al celor mai mari fragmente este de 100 mm și că doar 6% din masa probei este sub 10 mm.

Caracteristicile chimice și granulometrice ale probei nu corespund tuturor condițiilor de calitate cerute de consumatorii produselor miniere de crom, conținuturile de Fe_2O_3 , CaO , P fiind prea mari, iar raportul $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ fiind prea mic. Cu toate acestea consumatorii au declarat că ar putea folosi un astfel de produs în amestec cu produse similare dar de calitate superioară.

Un produs de calitate superioară poate fi obținut numai prin sfărâmarea fragmentelor pentru dezasocierea crompicotitului (de silicați și de magnetit) și separarea crompicotitului prin metode de preparare mecanică.

S-a studiat posibilitatea obținerii unui asemenea produs după sfărâmarea probei la 1 mm, metodele de preparare fiind fie separarea magnetică, fie concentrarea pe masă, urmată de separarea magnetică. Cele mai bune rezultate au fost obținute prin separare magnetică.

Fluxul tehnologic de preparare cuprinde următoarele etape: sfărâmarea la 1 mm; îndepărtarea fracției sub 0,04 mm (prin clasare pneumatică); separare magnetică uscată în două trepte - în prima treaptă se îndepărtează (ca produs magnetic în câmp de 500 Gauss) particulele conținând magnetit, iar în a doua treaptă se îndepărtează (ca produs nemagnetic în câmp de 5 500 Gauss) silicații.

Produsul final, reprezentând 80,4% din alimentare, conține:

52.7% Cr_2O_3 ; 17% Fe_2O_3 ($\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3.1$); 13.1% Al_2O_3 ; 14.55% MgO ($\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{MgO} = 0.9$); 2.6% SiO_2 ; 0.73% CaO ; 0.11% S ; 0.005% P .

Extracția de Cr în acest produs este de 80,4%.

Simultan cu acest produs se mai obțin trei produse secundare (magnetic, nemagnetic, fracția fină). Produsul magnetic, reprezentând 9,8% din brut, conține:

49.3% Cr_2O_3 ; 20.7% Fe_2O_3 ; 12.2% Al_2O_3 ; 12.9% MgO ; 4.5% SiO_2 ; 0.7% CaO ; 0.15% S ; 0.009% P .

Produsul nemagnetic, care reprezintă 1,2% din alimentare, conține :

3.33% Cr_2O_3 ; 4.54% Fe_2O_3 ; 7.73% Al_2O_3 ; 16.3% MgO ; 36.58% SiO_2 ; 0.85% CaO ; 1% S ; 0.004% P ; 12.2% P.C. (L.I.)

The chemical composition of the chromium spinel from the sample is the following:

Screen analysis of the sample indicated that the average diameter of the biggest fragments is 100 mm and that 6% from the sample mass is below 10 mm.

The chemical and size characteristics of the sample do not correspond to all the qualitative specifications requested by consumers for chromium mining products particularly: Fe_2O_3 , CaO , P are too big and $\text{Cr}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$ is too small. In spite of this the consumers declared they could use such a product blended with some other similar products but of a superior quality.

A product of superior quality could be obtained only by crushing the fragments to liberate the chrompicotite (from silicate minerals and magnetite - bearing fragments) and recovering it by beneficiation methods.

An attempt has been made by crushing the sample under 1 mm, the beneficiation methods being either magnetic separation or table concentration followed by magnetic separation. The best results have been obtained by magnetic separation.

The beneficiation flowsheet comprises the following steps: crushing under 1 mm; elimination of the < 0,04 mm fraction (by pneumatic classification); dry magnetic separation into two stages - firstly to throw by (as a magnetic product in a 500 Gauss field) the magnetite - bearing particles, and secondly to throw by (as a nonmagnetic product in a 5500 Gauss field) the silicates.

The final product, representing 80.4% from the feed, contains :

Cr recovery in this product is 80.4%.

In concurrence with this product three secondary products were obtained (magnetic, nonmagnetic, fine fraction). The magnetic product, representing 9,8% from the feed, contains:

The nonmagnetic product, representing 1,2% from the feed, contains:



Fracția fină (< 0,04 mm), reprezentând 11,7% din alimentare, conține:

43.1% Cr₂O₃; 4.54% Fe₂O₃; 11.5% Al₂O₃; 16.3% MgO; 10.5% SiO₂; 1.1% CaO;
0.15% S; 0.007% P.

Produsul final corespunde din punct de vedere chimic condițiilor de calitate impuse de consumatori, dar trebuie aglomerat înainte de utilizare.

Cromitul din zona Benia-Breaza, reprezentat prin proba cercetată, poate fi utilizat fie fără a fi preparat - dar în amestec cu sorturi comerciale de cromit - fie după preparare; în ultimul caz, produsul obținut este de foarte bună calitate din punct de vedere chimic dar trebuie aglomerat.

Deoarece în România nu există altă sursă de cromit, zona Benia-Breaza trebuie cercetată din punct de vedere geologic pentru cunoașterea dimensiunilor acestei mineralizații.

The fine fraction (< 0,04 mm), representing 11.7% from feed, contains:

The final product corresponds to the chemical specifications of the consumers but it is necessary to agglomerate it before utilisation.

The studied chromites from Benia - Breaza zone, represented by studied sample, could be utilised either without beneficiation but blended with better sorts of chromite commercial products or after beneficiation ; in the latter case the obtained product - chemically of high quality - has to be agglomerated.

As there is no other chromite source in Romania, the Benia-Breaza zone has to be geologically investigated to find out the dimensions of this mineralization.



RECUPERAREA AURULUI ȘI A FELDSPATULUI POTASIC DE LA ROȘIA-MONTANĂ

RECOVERY OF BOTH GOLD AND POTASSIUM FELDSPARS FROM ROȘIA-MONTANĂ DEPOSIT

I. ENE, M. BORCOȘ, C. RUSU, I. NIȚULESCU, D. ION, L. CRISTACHE

Zăcămintul de la Roșia-Montană, în trecut foarte bogat în aur liber și exploatat intensiv, se exploatează în prezent doar pentru aurul fin diseminat în roca gazdă – dacit – care este intens piritizată și alterată hidrotermal. Cercetările efectuate de I.G.R. au demonstrat că zăcămintul poate fi deasemenea o importantă sursă de feldspat potasic.

Minereul extras, supus preparării prin flotație, reprezintă o mineralizație cu conținut scăzut de Au-Ag localizată într-o structură vulcanică dacitică. Roca dacitică, în zona centrală a zăcămintului, a fost intensiv adularizată, sericitizată, cloritizată, argilizată, silicifiată și piritizată. Mineralele melanocrate (amfiboli, piroxeni, biotit), feldspatul plagioclaz (albit, oligoclaz) și parțial ortoclazul au fost substituite de adular, hidromice, caolinit, cuarț și pirită. Astfel compozițiile chimică și mineralogică au fost modificate esențial; conținutul de K_2O din dacit a crescut de la 4-5% la 9-10% în detrimentul conținuturilor de Na_2O , CaO și MgO .

Compoziția chimică a minereului extras este:

0.8-1.3 g/t Au; 11-19 g/t Ag; 2.5-3% S; 66-70% SiO_2 ; 13-15% Al_2O_3 ; 9-10% K_2O ; 1.5-3% Fe; 0.15-0.2% Na_2O .

Compoziția mineralogică a minereului brut este: 65-70% feldspat potasic alterat (inclusiv 20-25% hidromice și caolinit); 25-30% cuarț; 5% pirită; 0.12% magnetit; alte minerale (goethit, calcopirită, galenă, blendă, sulfosăruri de Ag, Au).

Compoziția chimică a sterilului de flotație este aproape similară cu cea a minereului brut, modificarea cea mai importantă fiind conținuturile mai scăzute de Au (0.3-0.5 g/t); Ag (8-11 g/t), S (1.1-1.3%) și Fe (1-1.5%).

Roca dacitică mineralizată are o structură tipic porfirică (feldspat potasic și fenocristale de cuarț într-o masă microcristalină de cuarț și feldspat potasic, raportul fenocristale : masă microcristalină fiind 1:2,3). Fenocristalele de feldspat potasic sunt formate din ortoclaz mai mult sau mai puțin substituit de sericit, adular și pirită. Masa microcristalină este constituită din ortoclaz parțial argilizat și sericitizat, adular, cuarț și pirită.

The Roșia-Montană deposit, very rich and intensively mined for native gold accumulations in the past, is now exploited for only the finely disseminated gold in the host rock – dacite – which is intensely pyritized and hydrothermally altered. The researches carried out by the Geological Survey of Romania proved that the ore could be an important source for potassium feldspars, too.

The run-of-mine ore, processed by flotation, is a low grade Au-Ag mineralization located in a dacitic volcanic structure. The dacitic rock was, in the central zone of the deposit, intensively adularized, sericitized, chloritized, argillized, silicified and pyritized. Melanocratic minerals (amphiboles, pyroxenes, biotite), plagioclase feldspars (albite, oligoclase) and partly orthoclase were substituted by adularia, hydromicas, kaolinite, quartz and pyrite. Thus the chemical (but also mineralogical) composition is essentially modified; K_2O content of dacite grew up from 4-5% to 9-10% to the detriment of Na_2O , CaO and MgO contents.

The chemical composition of the crude ore is:

The mineralogical composition of the crude ore is: 65-70% altered potassium feldspars (inclusively 20-25% hydromicas and kaolinite); 25-30% quartz; 5% pyrite; 0.12% magnetite; a.s.o.(goethite, chalcopyrite, galena, sphalerite, Ag-sulfosalts, Au).

The chemical composition of the flotation tailing is quite similar to that of crude ore, the most important modification being the lowered contents of Au (0.3-0.5 g/t), Ag (8-11 g/t), S (1.1-1.3%) and Fe (1-1.5%).

The mineralized dacitic rock has a typical porphyritic structure (potassium feldspar and quartz phenocrysts in a microcrystalline quartz-feldspar mass, the ratio phenocrysts: microcrystalline mass being 1:2.3). Potassium feldspar phenocrysts are constituted from orthoclase more or less substituted by sericite, adularia, and pyrite. The microcrystalline groundmass is constituted from partly argillized and sericitized orthoclase, adularia, quartz and pyrite.



Gradul de asociere al minereului este determinat de dimensiunile granulelor de minerale utile: aur, sulfosăruri de argint și feldspat potasic. Aurul este prezent atât ca incluziuni micronice (10–50 μm) în pirită, calcopirită, cât și ca "aur liber" în gangă.

Studiul mineralogic a condus la următoarea concluzie: pentru obținerea unei recuperări cât mai mari, atât pentru metalele prețioase cât și pentru feldspat este necesară o măcinare foarte avansată (sub 0,1 mm sau chiar sub 0,05 mm), consecință a asocierii fine a mineralelor utile din minereu. Deoarece în instalația de flotație de la Roșia Montană se realizează o finețe de măcinare de 45–50% sub 0,07 mm (55–60% sub 0,1 mm) recuperarea de Au are o valoare scăzută (sterilul conține 0,4 g/t Au).

Pe baza studiului mineralogic al minereului brut și al sterilului de flotație, cercetările tehnologice au condus la elaborarea unui flux de preparare pentru recuperarea atât al aurului cât și al feldspatului potasic de la Roșia Montană. Acest flux tehnologic cuprinde următoarele etape: sfărâmare și măcinare sub 0,1 mm; flotația piritei aurifere; deslamare; flotația mineralelor care conțin Fe; flotația feldspatului. Produsele finale sunt concentrat de pirită auro-argentiferă și concentrat de feldspat potasic.

În laborator, extracția de aur în concentratul de pirită obținut din minereul brut este mai mare cu 10 procente decât extracția obținută în instalația industrială; conținutul de Au al sterilului obținut în laborator este de 0,15–0,2 g/t. Din sterilul instalației industriale s-a obținut un concentrat de pirită auriferă care conține 12,2 g/t Au și 110 g/t Ag (extracția de metale prețioase este de 47,7% pentru aur și 17% pentru argint); acest produs reprezintă 1,1% din masa de steril prelucrat.

Concentratul de feldspat potasic obținut atât din minereul brut cât și din sterilul instalației industriale de preparare reprezintă 25–30% din masa prelucrată și conține:

13% K_2O ; 0,2% Na_2O ; 0,3% Fe_2O_3 ; 16,7% Al_2O_3 ; 67,5% SiO_2 .

Acest concentrat a fost testat cu bune rezultate și ar putea fi folosit în industria ceramicii precum și în cea a maselor plastice.

În vederea îmbunătățirii calității produselor obținute prin micșorarea conținutului de Fe au fost studiate¹ metode biotehnologice. Au fost utilizate diferite bacterii și fungi capabile să reducă și/sau să dizolve Fe din sulfuri sau minerale oxidice. Majoritatea bacteriilor utilizate aparțin genurilor *Bacillus* și *Pseudomonas*; majoritatea fungilor aparțin genurilor *Aspergillus* și *Penicillium*. Conținutul de Fe al produselor a scăzut de la 0,3% la 0,15%.

The association degree of the ore is determined by grain size of the valuable minerals: gold, silver-sulfosalts and potassium feldspars. The gold is present as both micronic inclusions (10–50 microns) in pyrite, chalcopyrite, and "free gold" in gangue mineral.

The mineralogical study has led to the following conclusion: the best recoveries of both precious metals and feldspars require a very fine comminution (below 0.1 mm or even under 0.05 mm), the consequence of the very fine associations of the valuable minerals from the ore. As the grinding finess of the ore in the Roșia Montană flotation plant is 45–50% under 0.07 mm (55–60% below 0.1 mm) this is the cause of low gold recovery in the industrial plant (whose tailing contains some 0.4 g/t Au).

Based upon the mineralogical study, both on crude ore and flotation tailing, the technological researches have led to a flowsheet for recovery of both gold and feldspars from the Roșia Montană deposit. This flowsheet comprises the following steps: crushing and comminution below 0.1 mm; flotation of gold bearing pyrite; desliming; flotation of Fe bearing mineral; feldspar flotation. The final products are Au-Ag pyrite concentrate and potassium feldspar concentrate.

In the laboratory stage, the gold recovery in pyrite concentrate from crude ore is bigger (10 pts) than in industrial plant; the gold content of laboratory flotation tailing is 0.15–0.2 g/t. From the industrial plant tailing, a gold bearing pyrite concentrate was obtained, whose contents are 12.2 g/t Au and 110 g/t Ag (precious metal recoveries are 47.7% for gold and 17% for silver); this concentrate represents 1.1% from the reprocessed tailing.

The potassium feldspar concentrate - obtained from both crude ore and industrial plant tailing - has a recovery of 25–30% and contains:

This concentrate has been tested with good results so it could be used in ceramics and plastics industries.

In order to improve the quality of the obtained products by lowering the iron contents the biological methods were studied². Different bacteria and fungi capable of reducing and/or dissolving iron from sulphide/oxide minerals were used. Most of the bacteria were related to the genera *Bacillus* and *Pseudomonas* and most of the fungi were related to the genera *Aspergillus* and *Penicillium*. The iron content of the products was lowered from 0.3% to 0.15%.

¹Institutul de Biologie - București

²Institute of Biology - Bucharest



VALORIFICAREA SIENITULUI NEFELINIC DIN ZONA DITRĂU BENEFICIATION OF NEPHELINE SYENITE FROM DITRĂU ZONE

I. ENE, C. RUSU, I. NIȚULESCU, D. ION

În România, în complexul rocilor metamorfice din Carpații Răsăriteni, există un masiv de roci alcaline de vârstă jurasică, ce aflorază pe o suprafață de 120 km². În zona centrală a acestui masiv a fost pusă în evidență, prin foraje și lucrări miniere, pe o zonă de 25 km², un complex de roci sienitice alcaline în interiorul căruia apar corpuri de sienite nefelinice ale căror lungimi și lățimi sunt de 300 m, respectiv 50 m.

Rezervele omologate de sienite nefelinice din acest zăcământ sunt de peste 100 Mt. Compoziția chimică a acestor rezerve este următoarea :

54-57% SiO₂; 20-25% Al₂O₃; 8-10% Na₂O; 5-6% K₂O; 3-5% Fe₂O₃; 0.5-1% CaO

Compoziția mineralogică a acestor rezerve este: 50-60% feldspați (albit, microclin); 20-30% nefelin; 5-10% biotit; 2-3% sodalit, cancrinit și zeoliți; 2-3% hidromice și minerale argiloase; 2-4% amfiboli și piroxeni; 1-2% magnetit; 1,5% minerale accesorii (ilmenit, sfen, apatit, zircon, calcit, epidot, pirită, calcopirită).

Sienitul nefelinic prezintă o textură fie masivă, pegmatitică, fie gnaisică. Dimensiunea medie a granulelor este de 1-10 mm.

Silicații mafici (biotit, amfiboli) provin în principal din gîturile metamorfice, biotitice, ce apar frecvent în cadrul masivului alcalin.

În general, sienitele nefelinice prezintă slabe transformări hidrotermale, feldspații alcalini și nefelinul fiind substituite uneori de sodalit, cancrinit, zeoliți, mice (muscovit, paragonit) și minerale argiloase (caolinit), mineralele ferifere suferind puternice transformări, ca dizolvarea, hidratarea silicaților și oxidarea sulfurilor de fier formând impregnații cu hidroxizi de fier în masa feldspatului alcalin.

Repartiția mineralogică a principalelor componente chimice este după cum urmează:

- silica (SiO₂) este prezentă exclusiv în silicați;
- alumina (Al₂O₃) apare în părți egale atât în feldspații alcalini și nefelin, cât și în silicații hidratați (sodalit, cancrinit, mice, minerale argiloase);
- alcaliile (Na₂O, K₂O) sunt prezente în principal în silicații de aluminiu, raportul K₂O : Na₂O fiind de aproape 0,5;
- fierul este prezent în diferite minerale, mai ales în magnetit și biotit, ca și (în conținuturi scăzute) în pirită și goethit;

In the metamorphic rocks complex of Eastern Carpathians, Romania, there is an alkaline rocks massif of Jurassic age which crops out on an area of 120 km². In the central zone of the massif a complex of alkaline syenite rocks has been pointed out by drillings and mining works on an area of 25 km²; within it there are several bodies of nepheline syenite whose length and width are of 300 m and 50 m respectively.

The proven reserves of the nepheline syenite deposit are of more than 100 Mt. The chemical composition of these reserves is:

The mineralogical composition of these reserves is: 50-60% feldspars (albite, microcline); 20-30% nepheline; 5-10% biotite, 2-3% sodalite, cancrinite, and zeolites; 2-3% hydromicas and argillaceous minerals; 2-4% amphiboles and pyroxenes; 1-2% magnetite; 1.5% accessory minerals (ilmenite, titanite, apatite, zircon, calcite, epidote, pyrite, chalcopyrite).

The nepheline syenite shows either massive, pegmatitic or gneissic textures. The average grain size is of 1-10 mm.

The mafic silicates (biotite, amphiboles) derived mostly from the metamorphic biotite schists frequently occurring within the alkaline massif.

Generally, the nepheline syenites present weak hydrothermal transformations, the alkaline feldspars and nepheline being substituted sometimes by sodalite, cancrinite, zeolites, micas (muscovite, paragonite) and clay minerals (kaolinite), ferrous minerals suffering strong alterations as leaching, hydrations of silicates and oxidation of iron sulphides, forming impregnations with iron hydroxides in the alkali feldspar mass.

The mineralogical repartition of the main chemical components is as follows:

- silica (SiO₂) is present exclusively in silicates;
- alumina (Al₂O₃) appears in equal parts both in alkali feldspars and nepheline, on the one hand, and hydrated silicates (sodalite, cancrinite, micas, clay minerals) on the other;
- alkalis (Na₂O, K₂O) are mainly present in aluminium silicates, the ratio K₂O : Na₂O being almost 0.5;



- sulful este prezent în sulfuri, dar și în anumiți aluminosilicați (cancrinite, sodalite).

Syenitele nefelinice de la Ditrău prezintă caracteristici chimice și mineralogice similare cu cele ale zăcămintelor de sienite nefelinice de la Blue Mountain (Canada) și Stjernoy (Norvegia).

Pentru a obține un produs comercial din minereul brut este necesară înlăturarea mineralelor cu conținut de fier și măcinarea produsului la dimensiunea specifică (0,1–0,5 mm pentru industria sticlei; sub 0,04 mm pentru industria ceramicii; sub 0,03 mm ca filler în industria vopselelor; sub 0,6 mm - conținut ridicat de fier - pentru producția de sticlă colorată).

Trei fluxuri tehnologice au fost testate în fază laborator pentru obținerea de produse comerciale. Fluxurile sunt: a) separare magnetică uscată; b) flotație urmată de separare magnetică; c) separare magnetică uscată urmată de tratament chimic (procedul H^+).

Principalele rezultate obținute prin preparare mecanică a sienitului nefelinic sunt după cum urmează:

- prin separare magnetică uscată, după măcinarea la 0,25 mm se poate obține un produs (nemagnetic) conținând 0,1–0,15% Fe_2O_3 a cărui recuperare este de 65%;

- prin flotație urmată de separare magnetică se poate obține un produs conținând 0,07% Fe_2O_3 a cărui recuperare este de 59%.

Prin fluxul tehnologic combinat au fost obținute următoarele produse: feldspat conținând 0,07% Fe_2O_3 a cărei recuperare este de 48%; alumină de înaltă puritate a cărei recuperare este de 0,07%; silice coloidală conținând 0,06% Fe_2O_3 a cărui recuperare este de 0,04%; săruri de potasiu a căror recuperare este de 0,02%.

Cel mai ieftin flux tehnologic este cel uscat, deci acest flux a fost încercat la scară pilot. În linii generale, acest flux constă din: sfărâmare la sub 1 mm; măcinare la 0,3 mm; desprăfuire; separare magnetică; clasare pneumatică la 0,2 mm; măcinare fină a fracției sub 0,2 mm la 0,06 mm. Produsul final a cărui recuperare este de 62% are următoarea compoziție chimică:

56.09% SiO_2 ; 0.18% Fe_2O_3 ; 20.71% Al_2O_3 ; 7.8% Na_2O ; 4.2% K_2O ; 3.71% CaO ; 1.57% MgO ; 0.1% TiO_2 ; 5.29% P.C.(L.I.)

Cele două produse comerciale obținute sunt: a) fracția 0,2–0,5 mm, a cărei recuperare este de 31%, pentru industria sticlei; b) fracția sub 0,04 mm, a cărei recuperare este de 31%, pentru industria ceramicii, dar la fel de bine și ca filler pentru mase plastice, cauciucuri și vopsele. Cele două produse au fost testate cu bune rezultate de doi posibili consumatori români.

- iron is present in various minerals, mostly in magnetite, and biotite as well as (subordinately) in pyrite and goethite;

- sulphur is present both in sulphides and certain aluminosilicates (cancrinite, sodalite).

Nepheline syenites from Ditrău present similar chemical and mineralogical characteristics to the nepheline syenites deposits from Blue Mountain (Canada) and Stjernoy (Norway).

In order to obtain a commercial product from crude ore it is necessary to avoid the Fe bearing minerals and to grind the product down to the specific grain sizes (0.1–0.5 mm for the glass industry; < 0.04 mm for the ceramic industry; < 0.03 mm as a filler in paint industry; < 0.6 mm - high iron content - for coloured glass production).

Three technological flowsheets have been tested at the laboratory scale for obtaining the commercial products. The flowsheets are: a) dry magnetic separation; b) flotation followed by magnetic separation; c) dry magnetic separation followed by chemical treatment (H^+ method).

The main results obtained from the mechanical beneficiation of the nepheline syenite are as follows:

- by dry magnetic separation after grinding at 0.25 mm it is possible to obtain a (nonmagnetic) product containing 0.1–0.15% Fe_2O_3 whose recovery is of 65%;

- by flotation followed by magnetic separation it is possible to obtain a product containing 0.07% Fe_2O_3 whose recovery is of 59%.

By the combined flowsheet, the following products were obtained: feldspar, containing 0.07% Fe_2O_3 whose recovery is of 48%; high purity alumina, whose recovery is of 0.07%; colloidal silica containing 0.06% Fe_2O_3 whose recovery is of 0.04%; K salts whose recovery is of 0.02%.

The cheapest flowsheet is the dry one, so this flowsheet has been tested at the pilot plant scale. This flowsheet, generally, consists of: crushing to < 1 mm; comminution to 0.3 mm; dedusting; magnetic separation; pneumatic classification at 0.2 mm; fine grinding of < 0.2 mm fraction to < 0.06 mm. The final product, whose recovery is of 62%, has the following chemical composition:

The two commercial products obtained are: a) the 0.2–0.5 mm fraction, whose recovery is of 31%, for the glass industry; b) the < 0.04 mm fraction, whose recovery is of 31%, for the ceramic industry as well as a filler for plastics, rubbers and paints. The two products have been tested with good results by two Romanian potential consumers.



ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE UTILIZARE A ZGURII DE LA UZINA METALURGICĂ COPȘA MICĂ ON THE POSSIBILITIES OF UTILISATION OF THE SLAG FROM COPȘA MICĂ METALLURGICAL PLANT

C. RUSU, I. ENE, S. DIMA, I. NIȚULESCU, D. ION

În România, concentratele de Pb și Zn - alcătuite în principal din galenă și blendă - sunt prelucrate prin procedeul I.S.P. (Imperial Smelting Process) la uzina metalurgică din Copșa Mică. Produsele finale ale acestei prelucrări sunt plumbul și zincul brut; zgura este un produs steril.

Zgura rezultată poate fi răcită fie brusc în apă (zgură granulată), fie lent în atmosferă.

Laboratorul nostru a studiat posibilitatea valorificării acestor două tipuri de zgură.

A) Zgura granulată are următoarea compoziție chimică :

0.8% Cu; 0.8% Pb; 9% Zn; 0.93% S; 33.92% Fe; 18.24% SiO₂; 10.11% CaO; 5.8% Al₂O₃; 2.02% MgO;
0.8% TiO₂; 0.49% P₂O₅; 0.42% K₂O; 0.21% Na₂O; 0.2% MnO; 0.16 g/t Au; 9.48 g/t Ag.

Compoziția mineralogică a acestei zguri este: ≈ 90% silicați complecși amorf de Fe, Zn, Ca, Al, Mg; 6% oxizi de fier (1% magnetit, 5% wustit); ≈ 1% pirită; 1% sulfuri secundare de Cu; sub 1% zincit; ≈ 0,5% diverse.

Răcirea bruscă a acestei zguri conduce la apariția unei mase alcătuită din silicați complecși amorf care includ granule micronice (sub 15-20 μm) de alte minerale. Concreșterile micronice dintre aceste componente fac imposibilă separarea lor prin metode de preparare mecanică chiar și în cazul unei măcinări foarte avansate.

Laboratorul nostru a studiat posibilitatea folosirii acestei zguri ca material de îngreunare a fluidelor de foraj pentru că zgura are o densitate relativ ridicată (3,89 g/cm³). Încercările au arătat însă că zgura are caracteristici reologice - coloidale nefavorabile (vâscozitate și abrazivitate mare a fluidului) ceea ce ar putea produce dificultăți în timpul forării.

B) Zgura răcită lent are următoarea compoziție chimică:

1.65% Cu; 3.05% Pb; 7.23% Zn; 2.70% S; 23.14% Fe; 22.80% SiO₂; 24.91% CaO; 5.07% MgO;
8.04% Al₂O₃; 0.40% TiO₂; 0.57% Na₂O; 0.44% K₂O; 2.3 g/t Au; 60.3 g/t Ag.

Compoziția mineralogică a acestei zguri este: ≈ 80% silicați complecși de Fe, Zn, Ca, Al, Mg; 11% magnetit; ≈ 5% blendă; ≈ 0,5% zincit; ≈ 1% sulfuri secundare

In Romania, the Pb-Zn concentrates - composed mainly of galena and sphalerite - are processed by I.S.P. (Imperial Smelting Process) technology at Copșa Mică metallurgical plant. The final products of this processing are the crude lead and the crude zinc; the slag is a waste product.

The resulting slag can be cooled either suddenly by water (granulated slag) or slowly in the atmosphere.

The possibility of beneficiation of these two slag types has been checked in our laboratory.

A) The granulated slag has the following chemical composition:

The mineralogical composition of this slag is: ≈ 90% amorphous complex silicates of Fe, Zn, Ca, Al, Mg; 6% iron oxides (1% magnetite, 5% wustite); ≈ 1% pyrite; 1% secondary Cu sulphides; less than 1% zincite; ≈ 0.5% others.

The sudden cooling of this slag led to the appearance of amorphous complex silicates that include micronic grains (less than 15-20 μm) of other minerals. The micronic intergrowths between these components make impossible their separation by mechanical processing methods even in the case of a very fine grinding.

Our laboratory studied the possibility of using this slag as weighed material for drilling fluids as the slag has a quite high density (3.89 g/cm³). But the tests showed that the slag has unfavourable rheological-colloidal features (high viscosity and abrasivity of the fluid), that might cause difficulties during drilling.

B) The slowly cooled slag has the following chemical composition:

The mineralogical composition of the slag is: ≈ 80% complex silicates of Fe, Zn, Ca, Al, Mg; 11% magnetite; ≈ 5% sphalerite; ≈ 0.5% zincite; ≈ 1%



de Cu \pm cupru nativ; \approx 2% pirită și pirotină; sub 0,5% galenă, oxid de Pb.

Răcirea lentă a zgurii topite a permis o cristalizare relativ grobă a noilor minerale. Dimensiunile granelor principalelor sulfuri metalice sunt de la câțiva microni până la 0,2–0,3 mm, dar majoritatea lor fiind sub 50 μ m. De aceea, încercările de flotație necesită o măcinare avansată a materialului datorită creșterilor foarte fine dintre minerale.

Concentratul de la flotație conține:

13.7% Zn; 10.3% Cu; 5.33% Pb; 8.5% S; 14.5 g/t Au; 215 g/t Ag.

Recuperarea metalelor prețioase și a principalelor metale în acest concentrat este: 83,8% pentru Au; 45,4% pentru Ag; 83% pentru Cu; 25,5% pentru Zn; 23,2% pentru Pb.

Acest concentrat poate fi prelucrat în cuptorul Walz pentru recuperarea plumbului și zincului. Metalele prețioase (Au, Ag) și cuprul rămân în clinker. Pentru recuperarea acestora, clinkerul poate fi prelucrat în continuare în cuptoare cu flacără.

secondary Cu sulphides \pm native copper; \approx 2% pyrite and pyrrhotite; less than 0.5% galena, Pb oxide.

The slow cooling of the smelted slag permitted a quite large crystallization of the new minerals. The grain dimensions of the base metal sulphides are from a few microns up to 0.2–0.3 mm, but their majority is less than 50 μ m. Therefore, the flotation tests require an advanced comminution of the material due to very fine intergrowths of the minerals.

The flotation concentrate contains :

The precious and base metal recoveries in this concentrate are: 83.8% for Au; 45.4% for Ag; 83% for Cu; 25.5% for Zn; 23.2% for Pb.

This concentrate can be processed in Walz kiln for lead and zinc recovery. The precious metals (Au, Ag) and the copper remain in the clinker. The clinker can be further processed in flame kilns for their recovery.



SPRE O CONDUCERE INTELIGENTĂ A PROCESELOR TEHNOLOGICE DE FLOTAȚIE

TOWARDS AN INTELLIGENT CONTROL OF THE TECHNOLOGICAL FLOTATION PROCESS

D. G. COJOCARIU

Sistemul de conducere inteligentă a proceselor tehnologice de flotație, reprezentat ca un automat fuzzy finit probabilistic și aparținând clasei sistemelor expert cognitive libere de model, este singurul sistem de conducere care rezolvă problemele induse de necesitatea luării deciziei în condiții de incertitudine. Lucrarea prezintă filosofia autorului care fundamentează proiectarea unor astfel de sisteme de conducere.

Procesul tehnologic de flotație (p.t.f.) este caracterizat printr-o topologie complexă cu structură polifuncțional coerentă în care funcțiile umane de conducere și cele de exploatare tehnologică a p.t.f. sunt integrate în așa numitul sistem "om - mașină" (Cojocariu, 1995). Sarcinile acestui sistem sunt: (1) menținerea coerenței structurii polifuncționale a p.t.f. față de influențe endogene și/sau exogene - o sarcină a sistemului de conducere inteligentă (SCI), și (2) conducerea tehnologică a exploatării p.t.f. - sarcina sistemului distribuit de conducere convențională (SDCC).

Reprezentarea: (a) p.t.f. ca structură polifuncțională coerentă; (b) cunoașterii asupra p.t.f., și (c) problemelor de instruire în conducerea p.t.f., sunt pași în proiectarea unui SCI.

Reprezentarea p.t.f. ca structură polifuncțional coerentă depinde de descrierea topologică a p.t.f. (Cojocariu, 1993) ale cărei principale concepte sunt:

- operatorul tehnologic de condiționare a tulburelii (o.t.c.) și operatorul tehnologic de flotație (o.t.f.), ambii definiți ca obiecte abstracte în sensul lui Zadeh al noțiunii (Zadeh, 1969);

- curentul de proces definit ca un segment de timp al unor parametri fizici, de care este dependentă performanța unui p.t.f., minus/plus incidența curenților de proces în o.t.c. sau o.t.f., și funcția caracteristică care explicitează aceste incidențe.

În termenii limbajelor de ordinul întâi ale logicii matematice, un o.t.c. sau o.t.f. este un predicat de ordinul întâi.

Funcționarea defectuoasă a unui sau a mai multor o.t.f. este datorată funcționării defectuoase a unui sau a mai multor o.t.c., astfel încât p.t.f. este o structură polifuncțională descrisă în termenii stărilor funcției de

The system of intelligent control of the flotation technological processes, represented as a finite probabilistic fuzzy automaton and pertaining to the class of model - free cognitive expert systems, is the only control system solving the problems induced by the necessity of decision taking in circumstances of uncertainty. The paper presents the author's philosophy that substantiates the design of such control systems.

The technological flotation process (t.f.p.) is characterised by a complex topology with polyfunctionally coherent structure in which the human functions of control and those of technological running of the t.f.p. are integrated in a so called "man - machine" system (Cojocariu, 1995). The tasks of this system are: (1) the maintenance of the coherence of the t.f.p.'s polyfunctional structure against endogenous and/or exogenous influences - a task of the intelligent control system (ICS), and (2) the technological control of t.f.p.'s running - the task of the distributed system of the conventional control (DSCC).

The representation of: (a) the t.f.p. as coherent polyfunctional structure; (b) the knowledge on t.f.p., and (c) learning problems in t.f.p. control, are steps in designing of a ICS.

The t.f.p.'s representation as polyfunctionally coherent structure depends upon the topological description of t.f.p. (Cojocariu, 1993) principal concepts of which are:

- the technological pulp conditioning operator (t.c.o.) and the technological flotation operator (t.f.o.), both defined as abstract objects in the Zadehs sense of the notion (Zadeh, 1969);

- the process stream defined as a time segment of some physical parameters upon which the performance of t.f.o. depends, the minus/plus incidence of process streams in t.c.o. or t.f.o., and the characteristic functions explaining those incidences.

In terms of the first order languages of the mathematical logic, a t.c.o. or t.f.o. is a first order ternary predicate.

The disfunction of one or many t.f.o. is due to the disfunction of one or many t.c.o., so that the t.f.p. is a polyfunctional structure described in terms of states



structură atașată fiecărui o.t.c. și ale funcției totale a structurii polifuncționale a p.t.f.. Coerența structurii polifuncționale a p.t.f. este definită printr-o propoziție logică prin care, în esență, se postulează că dacă cel puțin unul dintre o.t.c. funcționează defectuos, atunci, într-o stare dată a p.t.f., cel puțin unul dintre o.t.f. funcționează defectuos, și reciproc.

Se demonstrează că orice structură polifuncțională a unui p.t.f. corect proiectat din punct de vedere fizic satisface definiția condițională a coerenței lexicografice (Gheorghe, 1979) relativ la toți o.t.c.. Este formulată o propoziție logic-matematică care formalizează această proprietate. Coerența lexicografică a p.t.f. a permis:

- demonstrarea existenței componentului minimal al structurii unui p.t.f. cu proprietatea de modul în sensul lui Bodin al noțiunii (Bodin, 1969); acest modul este denumit operație unitară de flotație și este structura staționar optimă/suboptimă a oricărui p.t.f.;
- descrierea funcției totale a p.t.f. ca produs cartezian al funcțiilor de structură ale tuturor o.t.c., care conduc p.t.f. de la o stare dată la o anumită stare a funcției totale.

Cunoașterea asupra p.t.f., împreună cu atributele sale psihice și epistemologice formalizate adecvat, este directorul principal al SCI. Relativ la acest director, SCI este un *sistem expert cognitiv liber de model* și lucrează ca supervisor al SDCC.

Sistemul cognitiv care găzduiește reprezentările formale ale cunoașterii este de tipul sistemelor de producție, în care cunoașterea este distribuită ca piese de cunoaștere în următoarele componente: (a) contextul; (b) baza de reguli - cunoașterea procedurală, și (c) procesorul de decizie al rezolvării conflictelor.

În context cunoașterea asupra p.t.f. poate fi reprezentată prin mai sus menționata propoziție condițională a coerenței polifuncționale, folosind o ușoară modificare a reprezentării cunoașterii prin hiperrețele (Georgescu, 1985). Cunoașterea asupra funcției de structură a o.t.c. și asupra funcției totale de structură este produsă prin proceduri de recunoașterea formelor.

Sistemul de recunoaștere a formelor realizează o corespondență biunivocă a observațiilor măsurabile asupra p.t.f.. Aceasta este diagnoza evenimentelor primare asignate pentru un p.t.f. dat. Datorită informației în general incomplete, relativ la procesele de diagnostică și control, p.t.f. este un mediu în schimbare aleatoare iar sistemul de recunoaștere a formelor este un sistem instruibil (clasificator de forme, predictor sau controler) care interacționează cu p.t.f.. Problema instruirii în CI al p.t.f. este redusă la găsirea succesivă a unei funcții de optimizare. Forma explicită a acestei funcții, dedusă asimilând un automat fuzzy finit probabilist pentru procesul de diagnostică a p.t.f., este dată într-o lucrare anterioară a autorului (Cojo-

of the structure function attached to each t.c.o. and the total function of the polyfunctional structure of t.f.p.. The coherence of the polyfunctional structure of t.f.p. is defined through a logical sentence by which it is essentially postulated that if at least one of the t.c.o. is disfunctionally operating, then, in a given state of t.f.p., at least one of the t.f.o. is disfunctionally operating, and reciprocally.

It has been demonstrated that any polyfunctional structure of a physically faultlessly designed t.f.p. satisfies the conditional definition of the lexicographic coherence (Gheorghe, 1979) regarding all the t.c.o.. A logical mathematical sentence formalising this property has been formulated. The lexicographic coherence of t.f.p. has permitted:

- to demonstrate the existence of the minimal component of the structure of a t.f.p. with the module property in the Bodin's sense of the notion (Bodin, 1969); this module is termed as unitary flotation operator, and is the stationary optimal/suboptimal structure of any t.f.p.;

- the description of the t.f.p.'s total function as Cartesian product of all t.c.o.'s structure functions conducting the t.f.p. from a given state to a specific state of the total function.

The knowledge on t.f.p., together with its psychological and epistemological adequately formalised attributes, is the main directory of the ICS. As against this directory, the ICS is a *model-free cognitive expert system* and works as supervisor of the DSCC.

The cognitive system housing the knowledge formal representations is of production system type, in which the knowledge is distributed as knowledge pieces in the subsequent constituents: (a) the context, (b) the base of rules - the procedural knowledge, and (c) the conflict solving decision processor - the strategic knowledge.

In the context the cognition about a t.f.p. can be represented by the aforesaid conditional polyfunctional coherence sentence, using a slight modification of hypernetwork representation of the knowledge (Georgescu, 1985). The knowledge about the t.c.o.'s structure function and the total structure function is produced through pattern recognition procedures defined in the frame of the learning problem of the IC of the t.f.p..

The system of pattern recognition realises a one-to-one mapping of the measurable observations on the t.f.p.. This is the diagnosis of the primary events assigned to a given t.f.p.. Due to generally incomplete information, with regard to the diagnosis and the control processes, the t.f.p. is a medium in an aleatory changing and the pattern recognition system is a learning system (pattern classifier, detector, predictor or control device) which interacts with the t.f.p.. The learning problem in the IC of t.f.p. is reduced to the



cariu, 1995). În acest fel, problema instruirii în CI este rezolvată fie printr-un algoritm de optimizare de tip "Branch and Bound" fie, alternativ, prin metode care utilizează modele Markov (McLaren, 1964) sau algoritmi liniari de instruire (Walz, Fu, 1965).

Piese de cunoaștere procedurală ale bazei de reguli sunt reguli de producție asistate de modele cauză - efect de forma "arborilor de avarie" (Fussel, 1973). Arborii de avarie formează o pădure, folosind corelarea cauzelor cu observațiile prin conectorii logici AND, OR, TRUE, FALSE.

Strategia de rezolvare a conflictelor. Arborii de avarie sunt autonomi în context, de unde autonomia regulilor de producție. Astfel corespondențele dintre context și baza de reguli sunt "fuzzy", lucru care generează conflicte de prioritate între mai multe instanțe condiționale ale aceleiași reguli de producție sau între reguli de producție diferite. Aceste conflicte sunt rezolvate prin procese de decizie care țin de procesorul de decizie.

Cunoașterea strategică este compusă din politici care rezolvă regulile de producție individuale pentru fiecare input informațional posibil.

In concluzie

(i) Conducerea inteligentă a proceselor tehnologice de flotație este concepută cu tehnici ale inteligenței artificiale, bazate pe teoria securității sistemelor complexe cât și pe teoria sistemelor instruibile.

(ii) Sistemul de Conducere Inteligentă prezentat este un *automat fuzzy finit probabilist* care, prin propria sa organizare, aparține clasei *sistemelor expert cognitive libere de model*. SCI lucrează ca sistem supervisor al conducerii manuale umane sau a sistemului existent de conducere automată convențională.

(iii) Cu mici modificări, SCI poate fi utilizat ca sistem de asistare cu calculator a proiectării cercetărilor tehnologice de flotație.

successive finding of some optimising function. The explicit form of this function, derived by assuming a finite probabilistic fuzzy automaton for the t.f.p.'s diagnosis process, is given in an author's previous work (Cojocariu, 1995). In this way, the learning problem in IC of t.f.p. is achieved through a "Branch and Bound" optimising algorithm or, alternatively, through methods using Markov models (McLaren, 1964) or linear reinforcement algorithms (Walz, Fu, 1965).

The procedural knowledge pieces of the base of rules are production rules assisted by cause - effect models like "fault trees" (Fussel, 1973). A forest is formed by the fault trees, using the correlation of causes with observations through the logical connectors AND, OR, TRUE, FALSE.

Conflict solving strategy. The fault trees are autonomous in the context, hence the autonomy of the rules as well. So, the correspondences between the context and the base of rules are "fuzzy", a fact which generates priority conflicts among many conditional instances of the same production rule or among different rules. These conflicts are solved by the decision processes pertaining to the decision processor.

The strategic knowledge is composed of the politics solving the individual production rules for each possible informational input.

In conclusion

(i) The intelligent control of the technological flotation processes is conceivable with the artificial intelligence techniques, based on the theory of complex structure reliability as well as on the learning system theory.

(ii) The presented Intelligent Control System is a finite probabilistic fuzzy automaton and, by its self - organisation, pertains to the class of *model free cognitive expert systems*. The ICS works as a supervisory system of the human manual control or of the existing automatic conventional control system.

(iii) With slight modifications, the ICS can be used as a system of computer assisted design of the flotation technological researches.

References

- Bodin, L. D. (1969) Optimisation procedure for the analysis of coherent structures. *IEEE T - Reliability*, R-18, vol.2.
- Cojocariu, D. G. (1993) The development of a self-learning control system of the technological flotation processes. *Technical Report A8a-1993*, Geological Institute of Romania (in Romanian).
- (1995) Diagnosis and control system of the technological flotation processes. *Proceedings of the Int. Symp. "Technologies for processing of scarcely dressing ores"*, Baia Mare, May 17-19, 1995, 2: 291-298 (in Romanian).



- Fussell, J. Y. (1973)** A formal methodology for fault tree construction, *Nuclear Sci. Eng.*, 52: 421-423.
- Georgescu, I. (1985)** Artificial intelligence fundamentals. Edit. Acad. Rom., București.
- Gheorghe, A. V. (1979)** Systems Engineering. Models and computational techniques. Edit. Acad. Rom., București.
- McLaren, R. W. (1964)** A Markov model for learning systems operating in an unknown environment. *Proceedings of the National Electronics Conf.*, 20.
- Zadeh, L. A. (1969)** The concepts of system, subsystem and state in system theory. In Zadeh.L.A. and E. Polak eds., *System Theory*. New York: McGraw Hill.
- Waltz, M. D., K. S. Fu. (1965)** A heuristic approach to reinforcement learning control systems, *IEEE Trans. Automatic Control*, AC-10: 390-398.



**CERCETĂRI DE VALORIFICARE A MINEREURILOR DE METALE
NEFEROASE DIN ROMÂNIA PRINTR-O NOUĂ TEHNOLOGIE
EFICIENTĂ ȘI NEPOLUANTĂ (MINEREURILE FIN CONCRESCUTE
PIRITOASE DIN M-ȚII MARAMUREȘULUI ȘI BISTRITEI)
RESEARCHES ON THE PROCESSING OF THE ROMANIAN
NON-FERROUS ORES THROUGH A NEW EFFICIENT, NON-POLLUTING
TECHNOLOGY (PYRITE ORES WITH FINE INTERGROWTHS FROM
MARAMUREȘ AND BISTRITA MTS)**

S. DIMA, G. DOLMANIAN, L. ILIESCU, N. FLORIA, M. FIERBÂNTU, A. BALABAN, D. ION,
A. PĂRPĂRIȚĂ, T. VELEA, V. PREDICA, C. RĂDULESCU, D. TĂNASE

Prepararea minereurilor complexe piritose sau concrescute cu conținut de Pb, Cu, Zn și S reprezintă una dintre cele mai complicate probleme ale valorificării minereurilor. Singura metodă de cercetare care poate veni în discuție este flotația, dar aplicarea acesteia ridică probleme deosebite datorită caracteristicilor mineralogice ale acestor mineralizații.

În consecință, cu toată importanța rezervelor de metale neferoase și prețioase reprezentate de acest tip de minereuri pe plan mondial, valorificarea lor este în prezent redusă, fapt care a condus la efectuarea de cercetări susținute pentru stabilirea unor tehnologii alternative mai avantajoase economic.

O astfel de tehnologie este flotația colectivă a sulfurilor de metale neferoase, după depresarea piritei, cu obținerea unui concentrat colectiv Pb+Cu+Zn, urmând ca separarea metalelor din acest concentrat să aibă loc fie printr-o metodă hidrometalurgică, fie printr-un flux combinat de hidrometalurgie și flotație.

În România, pentru viitor, principala rezervă de Pb, Cu și Zn este constituită din mineralizații complexe, piritose fin concrescute de origine vulcano-sedimentare (tip kuroko). Numai în bazinul Borșa-Vișeu se estimează un potențial de minereuri polimetalice de acest tip de peste 90 milioane tone, cu conținuturi de 1,3-2,4% Pb; 0,5-0,8% Cu; 2,9-3,4% Zn; 20-30% S; 0,3-1 g/t Au; 40-50 g/t Ag.

Valorificarea unuia din aceste minereuri (Burloaia, Gura Băii, Leșu Ursului) a fost nesatisfăcătoare până în prezent, atât din punct de vedere al recuperărilor de metale, cât și al calității concentratelor, acestea neputând fi prelucrate decât parțial, prin procedeele pirometalurgice folosite în țară, o mare cantitate de concentrate fiind stocată atât la producător, cât și la consumator.

Stabilirea unei tehnologii mai eficiente pentru valorificarea acestor minereuri fiind deosebit de acută,

The processing of pyrite complex ores with fine concretions of non-ferrous metal sulphides represents one of the most difficult problems of the mineral dressing. The flotation is the sole conceivable technology, but this application poses specific questions owing to mineralogical features of these ores.

Therefore, in spite of the world-wide extent of the non-ferrous and precious metals deposits represented by this kind of ores, their beneficiation is scanty till now. This fact led to unceasing investigations for setting down economically more profitable technologies.

Such a technology is the pyrite depressing followed by the bulk non-ferrous sulphides flotation of a Pb+Cu+Zn concentrate and continuing with the separation of metals from the bulk concentrate either through hydrometallurgical processing or through hydrometallurgical-flotation combined processing of this concentrate.

In the future, the pyrite complex and finely interlocked ores of volcano-sedimentary origin (of kuroko type) is the principal Romanian mineral resource for Pb, Cu and Zn. For example, solely in the Borșa-Vișeu basin potentialities of this kind of polymetallic ores of more than 90 millions tones with contents of 1,3-2,4% Pb; 0,5-0,8% Cu; 2,9-3,4% Zn; 20-30% S; 0,3-1 g/t Au; 40-50 g/t Ag are estimated.

Up till now these ores (e.g. Burloaia, Gura Băii, Leșu Ursului) have been unsatisfactorily beneficiated as regards both the metal recoveries and the concentrate quality and, also, as regards the partial extractions of metals from concentrates by pyrometallurgical processes which are now in use in Romania. In these circumstances, a lot of concentrates have been stocked at the producers as well as at the consumers.

The acuteness of setting down of a more efficient technology for the beneficiation of these ores led to the stating of a five year project of dressing and hydromet-



a fost stabilit pe o perioadă de 5 ani un program de cercetări și preparare și hidrometalurgie în colaborare cu I.M.N.R.-S.A.

În perioada 1992-1994 au fost prevăzute și efectuate cercetări de flotație colectivă de Pb+Cu+Zn cu mineralizațiile: Dealu Bucății Est; Secu Colbu Est; Cornu Nedeei; Măcărlău; Gura Băii; Puiu Suhărzel și Mănăila Impregnații. Conținuturile în elemente utile a acestor probe au fost: 0,4-1,5% Pb; 0,4-1,44% Cu; 0,97-3,32% Zn; 8-33% S; 0,5-0,82 g/t Au; 44-76 g/t Ag.

Din punct de vedere mineralogic sunt de remarcat următoarele caracteristici generale:

- toate mineralizațiile studiate au avut un grad foarte redus de alterare, peste 95% din Pb, Cu și Zn fiind legate de minerale sulfuroase;
- cu excepția minereului Mănăila Impregnații, toate celelalte mineralizații conțin 50-60% sulfuri, predominantă fiind pirita (30-50% din masa minereului). Gradul de asociere al minereurilor este foarte înaintat fiind impus de forma și dimensiunile de metale neferoase ce alcătuiesc cimentul granulelor de pirită, acesta variind în limite foarte largi 5-10 microni până la 0,1 mm.

Cercetări de preparare

Cercetările de preparare au stabilit, pentru fiecare minereu în parte fluxurile tehnologice cele mai adecvate, care să permită atât realizarea unor recuperări cât mai ridicate de metale în concentratele colective de Pb+Cu+Zn, cât și realizarea unei selectivități cât mai mari în separarea sulfurilor de metale neferoase de sulfurile de fier.

Aceste fluxuri tehnologice, cât și regimurile de reactivi folosite sunt influențate în principal de gradul de asociere al mineralelor utile, raporturile dintre conținuturile de sulfuri de fier și de metale neferoase, precum și de raportul relativ dintre diferitele sulfuri neferoase.

În principiu fluxurile tehnologice cuprind următoarele faze:

- măcinarea minereului brut la o finețe de 69-85% - 0,074 mm (funcție de minereul specific supus prelucrării);
- depresarea în procesul măcinării a sulfurilor de fier cu cantități mari de cianură la un pH ridicat (pH=10-11) realizat cu var;
- reactivarea cu sulfat de Cu a blendei depresată de cianură împreună cu pirita;
- flotația primară a concentratului colectiv de metale neferoase după colectarea sulfurilor acestor metale cu Xantat amilic și reactivi spumanti;
- remăcinarea concentratului colectiv primar la o finețe de 80-90%-0,03 mm, în prezența cărbunelui activ pentru absorbția colectorului și spumantului pre-

allurgical researches, in co-operation with I.M.N.R. Bucharest.

In the years 1992-1994 Pb+Cu+Zn bulk flotation investigations were projected and accomplished on samples drawn from the Dealu Bucății East, Secu Colbu East, Cornu Nedeei, Măcărlău, Gura Băii, Puiu Suhărzel and Mănăila ore bodies (for the last ore body, the sample was one of the impregnation type). The contents of valuables of these samples have been: 0,4-1,5% Pb; 0,4-1,44% Cu; 0,97-3,32% Zn; 8-33% S; 0,5-0,82 g/t Au; 44-76 g/t Ag.

On the mineralogical side, the following general characteristics are remarkable:

- all the studied mineralizations have had a very low alteration grade, over 95% from Cu, Pb and Zn contents, being bound with sulphurous minerals;
- except the Mănăila impregnation sample, all the others contain 50-60% sulphides, the pyrite being the prevailing one (30-50% by weight);
- the very advanced mineral association grade, which is varying within very wide limits (from 5-10 microns up to 0,1 mm), is imposed by the shape and the sizes of the non-ferrous metal minerals constituting the cement of the pyrite grains.

Dressing researches

By dressing researches the technological flow sheets have been set down, for each ore in part, which are most adequate in the sense of permitting as high as possible both metal recoveries in Pb+Cu+Zn bulk concentrate and selectivities of the separation of non-ferrous metal sulphides from iron sulphides.

This technological flow sheets as well as the chemical running conditions are most sensitive to the association grade of valuable minerals, to the ratios of iron sulphide contents and those of non-ferrous sulphides, and, also, to the relative ratio between different non-ferrous sulphides.

In the main, the technological flow sheet includes the following successive operations:

- The ore grinding to a fineness of 69-95% - 0,074 mm, depending on the specific ore under processing;
- The depressing, simultaneously with the ore grinding, of iron sulphides with large amounts of cyanide at high pH values (pH=10-11) achieved with lime;
- The activation, with copper sulphate, of sphalerite which had formerly been depressed by cyanide together with the pyrite;
- The collector (amyl xanthate) and frother (Dowfroth 250) flotation pulp conditioning and the rougher flotation of the bulk non-ferrous sulphides concentrate;
- The regrinding of the rougher bulk concentrate to a fineness of 80-96%-0,03 mm in the presence of the active carbon (for collector and frother desorption)



zenți în concentratul colectiv și cu cantități suplimentare de depresanți pentru sulfurile de fier (var, cianură);

- două trepte de reflatare, în mediu puternic depresant pentru pirită, realizat cu cianură la $\text{pH}=9-11$;

- reactivarea cu acid sulfuric a piritei cu xantat amilic și spumant (Dowfroth 250);

- reflatarea, dacă este cazul, a concentratului de pirită. Prin tehnologiile elaborate în funcție de raporturile relative dintre conținuturile de sulfuri de metale neferoase între ele, și dintre acestea și sulfurile de Fe au fost obținute următoarele rezultate:

- concentrate de Pb+Cu+Zn cu conținut de 6-15% Pb; 5-24% Cu; 14-29% Zn și 27-33% S cu recuperări de 84-91% Pb; 92-95% Cu; 92-95% Zn și 16-25% S;

- concentrate de pirită au conținuturi de 44-46% S cu recuperări de 68-80% S;

- recuperările totale de sulf în cele două concentrate au fost de 80-95%.

Față de tehnologia clasică (flotația diferențială), tehnologiile elaborate pot prezenta avantaje deosebite pentru domeniul minier prin reducerea costului de investiție și prelucrare, creșterea gradului de valorificare a minereului cu 10-17%, cu posibilitatea diminuării sensibile a poluării.

Cercetări hidrometalurgice

Cercetările pentru stabilirea posibilităților de prelucrare hidrometalurgică a concentratului colectiv de Cu+Pb+Zn au fost efectuate pe o probă de concentrat obținut prin flotarea minereurilor Dealu-Bucății și Cornu Nedeii.

Conținuturile medii ale acestui concentrat au fost de: 13,4% Pb; 8,6% Cu; 27,3% Zn; 39,5% S și 13,9% Fe.

Din punct de vedere mineralogic concentratul a fost constituit din cca. 43% blendă; 15,5% galenă; 25% calcopirită; 14% sulfuri de fier (în mare majoritate pirită) și cca. 4% minerale de gangă.

Analiza granulometrică a concentratului a indicat că cca. 65% din acesta are o finețe sub 40 microni. Cercetările de laborator efectuate cu scopul recuperării metalelor neferoase din concentratul colectiv cu caracteristicile menționate mai sus au condus la elaborarea unei tehnologii care cuprinde următoarele faze:

- Solubilizarea cuprului și zincului din concentratul complex în autoclavă sub presiune de oxigen la o temperatură de 200°C, presiune parțială a oxigenului de 16 atm, timp de 2,5-3 ore și un raport L:S=6:1;

- Solubilizarea plumbului din reziduu rezultat de la autoclavă cu soluții concentrate de NaCl (300 g/l NaCl) la temperatura de 90°C timp de o oră, raport L:S=15:1; $\text{pH}=1-1,5$;

- Precipitarea plumbului din soluție de NaCl prin neutralizarea de carbonat de sodiu, la $\text{pH}=7$, tempe-

and additional amounts of iron sulphide depressant (cyanide, lime):

- Two cleanings of the reground rougher bulk concentrate in an alkaline ($\text{pH}=9-11$) cyanidic medium which is very strongly depressing the pyrite flotation;

- The reactivation of the pyrite with sulphuric acid, followed by the rougher flotation of the pyrite concentrate;

- The cleaning of the rougher pyrite concentrate.

When these technologies were being applied, the obtained results were:

- Pb+Cu+Zn concentrates with contents of 6-15% Pb; 5-24% Cu; 14-29% Zn and 27-33% S at recoveries of 84-91% Pb; 92-95% Cu; 92-95% Zn and 16-22% S;

- pyrite concentrates with contents of 44-46% S at recoveries of 68-80% S.

The total sulphur recoveries in the two concentrates were of 80-95%.

Confronted by the standard technology (the differential flotation), the technologies worked out are able to offer specific advantages for mining field such as the cutting down of the investment and prime costs, the increase by 10-17% of the ore beneficiation grade and the sensible diminution of pollution.

Hydrometallurgical researches

The researches for setting down the possibilities of hydrometallurgical processing of the Cu+Pb+Zn bulk concentrate were performed on a sample of concentrate obtained through the flotation of Dealu-Bucății and Cornu Nedeii ores respectively.

The average contents of this concentrate were of 13,4% Pb; 8,6% Cu; 27,3% Zn; 39,5% S and 13,9% Fe. The mineralogical composition was: about 43% sphalerite; 15,5% galena; 25% chalcopirite; 14% iron sulphides (mostly as pyrite) and about 4% gangue minerals.

The size analysis of the concentrate indicated the about 65% of its weight was under 40 microns.

The laboratory researches performed to extract the non-ferrous metals from the bulk concentrate with the above-mentioned characteristics led to the setting down of a technology which comprises the following stages:

- The rendering soluble of copper and zinc from the complex concentrate in an autoclave in oxygen environment, under the following conditions: temperature - 200°C; processing duration - 2,5-3 hrs; partial oxygen pressure - 16 atm; L:S ratio - 6:1.

- The rendering soluble of lead from the autoclave residuum, with NaCl concentrated solutions, under the following conditions: concentration of the NaCl solution - 300 g/l; temperature - 90°C; processing duration - 1 h; L:S ratio - 15:1; $\text{pH}=1-1,5$;

- The lead precipitation from NaCl solution through



ratura 40°C, timp de o oră;

- Topirea reducătoare a carbonatului de Pb în amestec cu carbonat de Na și cocs metalurgic în cupor rotativ scurt la o temperatură de 900–950°C, timp de 1,5 ore;

- Neutralizarea soluțiilor acide rezultate de la autoclavă la pH=1,8–2, cu carbonat de calciu (varianta 1) sau prafuri volatile zincoase (varianta 2) la temperatura de 50°C, timp de o oră;

- Extracția cuprului în soluție cu solvenți organici, ca extractant, s-a utilizat solventul ACORGA la un raport FU:FA=3:1;

- Evaporarea sub vid a soluțiilor de sulfat de cupru, la temperatura de 45–50°C și vid - 700 mm Hg, când are loc cristalizarea sulfatului de cupru;

- Oxidarea Fe^{2+} la Fe^{3+} și precipitarea lui din soluția rezultată după extracția cuprului cu solvenți organici. Oxidarea s-a realizat cu azotit de sodiu și aer la temperatura de 70°C, timp de o oră. Precipitarea Fe s-a realizat prin hidroliză la pH=3,8–4 prin adăugarea de carbonat de calciu. Depunerea hidrolitică a fierului a înlesnit și purificarea concomitentă, avansată a soluției de arsen;

- Cementarea cuprului și a cadmiului din soluție s-a făcut cu praf de zinc la un exces de 30% timp de 30 minute;

- Electroliza zincului din soluțiile rezultate după purificare. În urma prelucrării concentratelor complexe prin tehnologia propusă, vor rezulta:

- *produse principale* (valorificabile direct): sulfat de cupru sau cupru electrolitic, plumb metalic, zinc electrolitic;

- *produse secundare*:

- reziduu feros, care poate fi prelucrat în continuare în amestec cu cenușa la uzinele de valorificare a cenușilor de pirită;

- cement Cu–Cd–Zn, care se recirculă în industria plumbului și zincului sau se prelucrează pentru separarea cadmiului, iar cuprul și zincul se recirculă în proces;

- *produse secundare – deșeu*:

- turtă feroasă – se haldează;

- sulfat de calciu-gips, care parțial poate fi folosit în construcții, restul se haldează.

Din datele obținute la faza de laborator (fără a se face un bilanț de materiale pe întreg fluxul tehnologic), ținând cont și de recirculări, rezultă că metodele utile Cu, Pb, Zn din concentratul complex Dealu Bucății pot fi valorificate în proporție de: min. 95% pentru cupru; min. 95% pentru zinc; min. 82% pentru plumb.

Ținând seama de rezultatele deosebit de favorabile obținute până în prezent în laborator, atât în domeniul preparării, cât și al prelucrării hidrometalurgice a concentratelor colective, se impune ca cercetările să fie continuate și verificate în faza pilot, intrucât noua

neutralisation with sodium carbonate, in the conditions of: temperature - 40°C; processing duration - 1 h; pH=7;

- The reducing melting of the lead carbonate in mixture with sodium carbonate and blast-furnace coke, in a short rotary melting furnace, at a temperature of 900–950°C, during 1,5 hrs;

- The neutralisation of autoclave acid solutions at pH=1,8–2, with calcium carbonate (in the first variant) or volatile zincous powder (in the second variant) at a temperature of 50°C, during 1 h;

- The copper extraction in solution with organic solvents: the ACORGA solvent was utilised at a ratio FU:FA=3:1;

- The vacuum evaporation of copper sulphate solutions at a temperature of 45–50°C and a vacuum of - 700 mm Hg, while the crystallization of copper sulphate occurs;

- The oxidation of Fe^{2+} to Fe^{3+} and the precipitation of the latter from the solution resulted after the copper extraction, in the following conditions: oxidizer - sodium nitrite in air environment; temperature - 70°C; oxidation duration - 1 h;

The Fe precipitation performed by hydrolysis at pH=3,8–4 with calcium carbonate addition was also facilitated by the accompanying purification of arsenic solution.

- The copper and cadmium cementing form solution, with zinc powder at an excess of 30%, during 1/2 h;

- The zinc electrolysis from the solutions resulted after the purification.

The processing of the complex concentrates through the proposed technology, can produce the following outcomes:

- *main (directly marketable) products*:

- copper sulphate or electrolytic copper; metallic lead; electrolytic zinc;

- *secondary products*:

- ferrous residuum which can be carrying on processing together with the ashes in the pyrite ashes processing plants;

- Cu–Cd–Zn cement which is recycling in lead and zinc metallurgy or processing for cadmium separation while copper and zinc are recycling into the process;

- *waste products*:

- waste dumped ferrous cake;

- calcium sulphate (gypsum), can be partially used in building, the leavings are dumping as waste.

From laboratory data (the material balance over the entire technological flowsheet is not included), taking the recyclings into account, it follows that the Cu, Pb, Zn valuable metals of the Dealu Bucății complex concentrate can be rendering profitable in minimum extents of 95% for copper, 95% for zinc and 82% for lead.



tehnologie poate prezenta o soluție viabilă din punct de vedere tehnologic și economic, atât pentru valorificarea minereurilor fin concrescute și piritoase din Munții Maramureșului și Bistriței, cât și pentru minereuri similare, din punct de vedere chimico-mineralogic și al genezei, din străinătate.

It seems obvious that the here presented new technology is a viable technological and economic solution for the beneficiation of both native pyrite ores with fine concretions and the foreign ores similar from the chemical-mineralogical and genetic view points. Consequently, the carrying and the validation of this technology at the pilot scale is indispensable.

ATLASUL PALEONTOLOGIC AL CRETACICULUI INFERIOR THE PALEONTOLOGIC ATLAS OF THE LOWER CRETACEOUS

E. AVRAM, E. ANTONESCU, M. MELINTE

Acest atlas a fost gândit, chiar de la începutul elaborării sale (1991/1992) să răspundă la două cerințe principale: (1) să ofere un inventar complet al speciilor citate în literatura românească de specialitate și care se regăsesc în colecțiile vizitabile din România (incluzând revizuirea, descrierea conform cerințelor actuale și figurarea acestora), ca bază pentru interpretările de ordin stratigrafic și structural, în viitor; (2) să constituie un ghid pentru identificarea, în condiții de teren, a materialului paleontologic nou recoltat. În plus, să prezinte cunoștințele cele mai noi asupra distribuției paleogeografice a speciilor în cadrul sectorului carpatic al Domeniului Tethys.

Pentru a îndeplini aceste cerințe, în primul capitol al atlasului a fost prezentată localizarea geografică, pe unități structurale majore, a punctelor/ariilor care au oferit macrofosile eocretacee; grupele taxonomice la nivel de subordon, superfamilie, familie și gen au fost prezentate pe scurt, reliefându-se caracterele lor esențiale, în timp ce, la nivelul specie și subspecie ele au fost descrise pe larg, cu sinonimie, caractere specifice/subspecifice stabilite pe baza exemplarelor tip, reprezentanții lor din România, observații scurte privind interpretarea lor în literatură și comparația dintre speciile românești și cele tip și, de asemenea, cele mai noi cunoștințe cu privire la intervalele de ocurență și distribuția lor geografică.

A fost revizuit întregul inventar de fosile eocretace păstrate în colecțiile Institutului Geologic al României și ale universităților din București, Iași și Cluj; pe lângă acestea, pentru elaborarea atlasului a fost folosit materialul paleontologic nepublicat al autorilor, dar și acela oferit de numeroși colegi din institut, de la Universitatea din București și de la întreprinderea "Prospecțiuni" S.A., al căror aport a fost menționat în capitolele corespunzătoare.

Întrucât paleontologii existenți la Institutul Geologic al României au putut să realizeze, prin cercetările proprii, doar capitolele asupra palinomorfelor (E. Antonescu), nannofosilelor (M. Melinte) și cefalopodelor (E. Avram), pentru alte grupe de fosile, cum sunt: brachiopodele, gasteropodele și aptychii, capitolele respective au fost elaborate de specialiști de la Universitatea din București (prof. Aurelia Bărbulescu, prof. Ioana Pană) și de la Universitatea Iași (prof. Ilie Turculeț).

This ATLAS was thought from the beginning (1991/1992) to respond to two needs: (1) to give a complete inventory (including the revision, the modern description and figuration) of the species cited in Romanian literature and still preserved in repositories, as a ground to future stratigraphic and structural interpretations; (2) to be a guide for the field geologists in identifying the new records of paleontologic material. Besides, to present the newest knowledge upon the paleogeographic distribution of the species within the Carpathian segment of the Tethyan Domain.

For supplying these needs, in the first chapter of the Atlas was presented the geographical position of the macrofossiliferous sites within the main structural units of the Romanian territory; the suborder, superfamily, family and genus-group taxa were briefly characterised by emphasizing their essential features, while the species and subspecies-group taxa were largely described, with their synonymies, their specific/subspecific features (taking into consideration the type specimens), their Romanian representatives, short comments concerning both the interpretation of these taxa in literature and the comparison of the Romanian individuals with the holotypes, and also, the up-to-date knowledge about their range and geographical distribution. The entire inventories of the Lower Cretaceous fossils preserved in the repositories of the Geological Institute of Romania, of the University of Bucharest, the universities of Iași and Cluj were revised; besides, unpublished macrofossils of the authors and of several colleagues from the institute, the University of Bucharest and of the enterprise "Prospecțiuni" S.A. (carefully mentioned within the corresponding chapters) were also used to elaborate the Atlas.

As the paleontologists of the Geological Institute of Romania could accomplish by their specialties only the chapters on palynomorphs, nannofossils and cephalopods, for some other fossil-groups, such as the brachiopods, the gastropods and the aptychi, the respective chapters were supplied by specialists from the University of Bucharest (prof. Aurelia Bărbulescu, prof. Ioana Pană) and from the University of Iași (prof. Ilie Turculeț).



În ultimii doi ani au fost elaborate părțile III și IV ale atlasului, cuprinzând capitolele în care sunt prezentate grupe din Palynomorpha (27 genuri și 74 specii¹), dintre care 15 sunt noi), Nannofosile (12 familii, cu 27 genuri și 37 specii²), Gastropoda (5 familii, cu 13 genuri și 25 specii, dintre care 7 sunt noi) și Cephalopoda (întregul subordon *Ancyloceratina*, reprezentat în România prin 16 familii, cu 50 genuri/ subgenuri și 165 specii/subspecii³, dintre care 11 sunt noi).

In the last two years, the parts III and IV of the Atlas were elaborated, including chapters on Palynomorpha (by Emanoil Antonescu: 27 genera and 74 species¹, 15 of them being new), on Nannofossils (by Mihaela Melinte: 12 families, with 27 genera and 37 species²), on Gastropods (by Ioana Pană: 5, families, with 13 genera and 25 species, 7 of them being new) and on Cephalopoda (by Enil Avram: the whole s.o. *Ancyloceratina*, represented in Romania by 6 families, with 50 genera/subgenus and 165 species/subspecies³, 11 of them being new).

¹ Toate speciile de palynomorfe provin din colecția autorului, fiind recoltate din Munții Apuseni de Sud (SA), din flîșul carpatic (C). Platforma Moesiă sub Câmpia Română (RP) și din Dobrogea de Sud (SD): (lista fosilelor descrise se regăsește în subsolul versiunii engleze).

¹ All the inventoried palynomorph species come from the author's collection, recorded in the Southern Apuseni Mts (SA), Carpathian flysch (C), Moesian Platform under the Romanian Plain (RP) and in South Dobrogea (SD):

Asbeckiasporites wirti V. DER BRELIE: Middle Albian (C); *Auritulinasporites* sp.: Aptian (SD); *Biretisporites potonie* DELCOURT & SPRUMONT: Berriasian (SD); *Cardioangulina* sp.: Berriasian (SD); *Cardioangulina* ? sp. 1+2: Berriasian + Aptian (SD); *Clavifera triplex* BOLCHOVITINA: Aptian (SD), Upper Albian (C); *Concavissimisporites* sp. cf. *C. giganteus* DÖRING: Berriasian (SD); *C. ? informis* DÖRING: Berriasian, Aptian (SD); *C. sp. cf. C. informis* DÖRING: Aptian (SD); *C. penolaensis* DETTMANN: Berriasian, Aptian (SD); *C. verrucosus* (DELCOURT & SPRUMONT), DELCOURT, DETTMANN & HUGHES: Aptian (SD); *Cytheidites australis* COUPER: Berriasian (SD); *Deltoidospora* sp. cf. *D. Diaphana* WILSON & WEBSTER: Berriasian (SD); *D. ? germanica* DÖRHÖFER: Berriasian (SD); *D. ? spp.*: Berriasian, Aptian (SD); *Dictyophyllidites harrisi* COUPER: Berriasian, Aptian (SD); *D. pectinataeformis* (BOLCHOVITINA) DETTMANN: Berriasian (SD); *Foraminisporites jurrassicus* WCHULZ: Berriasian (SD); *Gleicheniidites* sp. A: Uppermost Albian (C); cf. *Gleicheniidites bulbosus* KEMP: Barremian (C); *G. carinatus* (BOLCHOVITINA) BOLCHOVITINA: Lower Albian (C); *G. cf. cercinidites* (COOKSON) DETTMANN: Berriasian (SD); *G. delcourti* DÖRING: Aptian (SD); *G. cf. latifolius* DÖRING: Aptian (SD); *G. minor* DÖRING: Aptian (SD); *G. senonicus* ROSS: Aptian (SD); *G. umbonatus* (BOLCHOVITINA) BOLCHOVITINA: Aptian (SD); *Impardecispora apiverrucata* (COUPER) VENKATACHALA, KAR & RAZA: Berriasian (SD); cf. *Impardecispora* ? sp.: Berriasian (SD); *I. dettmanniae* n. sp.: Berriasian (SD); *I. elegans* n. sp.: Berriasian (SD); *I. sp. cf. I. elegans*: Berriasian (SD); *I. cf. gibberula* (KARA-MURZA) VENKATACHALA, KAR & RAZA: Berriasian (SD); *I. grandis* n. sp.: Berriasian or Aptian ? (SD); *I. purverulenta* (VERBITSKAIA) VENKATACHALA, KAR & RAZA: Aptian (SD); *I. obscura* n. sp.: Berriasian (SD); *I. superba* n. sp.: Berriasian (SD); *Leptolepidites psarosus* NORRIS: Berriasian (SD); *L. sp. cf. L. psarosus* NORRIS: Berriasian (SD); cf. *Leptolepidites* ? sp.: Berriasian (SD); cf. *Matonisporites* sp.: Berriasian (SD); *Obtusisporites canadensis* POCKOCK: Berriasian (SD); *O. junctum* (KARA-MURZA) POCKOCK: Aptian (RP); *Ornamentifera echinata* (BOLCHOVITINA) BOLCHOVITINA: Lower-Middle Albian (C); *Osmundacidites major* DÖRING: Berriasian (SD); *Psilosporites* sp. cf. *P. notensis* COOKSON & DETTMANN: Aptian (SD); *P. trichopapillosus* (THIERGART) DELCOURT & SPRUMONT: Aptian (SA); *P. sp. cf. P. verus* DELCOURT & SPRUMONT: Aptian (SD); cf. *Polycingulatisporites liassicus* SCHULZ: Berriasian (SD); *Polypodiaceosporites foveolatus* (COUPER) KEMP: Aptian (SD), Albian (C); *Rubinella* sp.: Berriasian (SD); *Stereisporites* sp. cf. *S. psilatus* (ROSS) THOMSON & PFLUG: Berriasian-Aptian (SD); *Todisporites major* COUPER: Aptian (SD); *Transbaculisporites grandiosus* DÖRING: Berriasian (SD); *Trilobosporites acquiverrucosus* DÖRHÖFER: Berriasian or Aptian ? (SD); *T. aornatus* DÖRING: Berriasian (SD); *Trilobosporites* fsp. A: Berriasian (SD); *T. cf. canadensis* POCKOCK: Aptian (SD); *T. convolutus* n. sp.: Aptian (SD); *T. cf. domitus* NORRIS: Berriasian (SD); *T. doringii* n. sp.: Aptian (SD); *T. extremis* n. sp.: Berriasian or Aptian ? (SD); *T. fensomi* n. sp.: Berriasian (SD); *T. granulatus* DÖRING: Berriasian or Aptian ? (SD); *Trilobosporites* ? sp. C: Aptian (SD); *T. hannonicus* (DELCOURT & SPRUMONT) POTONIE: Aptian (SD); *T. hughesii* n. sp.: Berriasian (SD); *T. lantziae* n. sp.: Aptian (SD); *T. magnificus* n. sp.: Berriasian (SD); *T. ? primigenius* n. sp.: Berriasian (SD); *T. pustulosus* n. sp.: Berriasian (SD); *T. simplex* n. sp.: Berriasian (SD); *Undulatisporites* spp.: Berriasian-Aptian (SD); cf. *Vastisporites vastiformis* DÖRING: Berriasian (SD).



² Taxonii de nannofosile provin din colecția autoarei; ele au fost întâlnite în flisul carpatic, în regiunea Svinița, Reșița și/ sau Dobrogea de Sud și sunt cosmopolite (C), tethysiene (T) sau chiar boreale (B), ultimele recunoscute numai în intervalul zonei cu *Saynoceras verrucosum* din Valanginianul superior; (lista fosilelor descrise se regăsește în subsolul versiunii engleze).

² The nannofossil taxa come also from the author's collection; they were met in the Carpathian flysch, Svinița, Reșița and/or South Dobrogea areas and are cosmopolitan (C) and Tethyan (T), but also Boreal (B), the last ones recognised exclusively in the early Upper Valanginian rock-sequence of the *Saynoceras verrucosum* zone.

Family Ellipsagelosphaeraceae: *Watznaueria barnesae* (BLACK, IN BLACK & BARNES) PERCH-NIELSEN: Upper Jurassic-Uppermost Cretaceous (C); *W. britannica* (STRADNER) REINHARDT: Tithonian-Cenomanian (C); *W. ovata* BUCKRY: Valanginian-Aptian (C); *W. fossacinta* BUCKRY: Upper Jurassic-Barremian (C); *Cyclagelosphaera margerellii* NOEL: Upper Jurassic-Cretaceous (C); *C. deflandrei* (MANIVIT) PERCH-NIELSEN: Kimmeridgian-Lower Hauterivian (T). **Family Biscutaceae:** *Biscutum constans* (GORKA) BLACK: Upper Jurassic-Paleocene (C); *Crucibiscutum salebrosum* (BLACK) JAKUBOWSKY (B); *C. hayi* (BLACK) JAKUBOWSKI (B); *Serbiscutum primitivum* (THIERSTEIN) FILEWICZ et al. in WIND & WISE (B). **Family Microrhabdulaceae:** *Lithraphidites carniolensis* DEFLANDRE: Cretaceous (C); *L. bollii* THIERSTEIN: Lower Hauterivian-Lower Barremian (T). **Family Crepidolithaceae:** *Calcicalathina oblongata* THIERSTEIN: Upper Valanginian-Lower Barremian (T). **Family Ahmulleraceae:** *Vekshinella stradneri* ROOD et al.: Upper Jurassic-Cretaceous (C). **Family Chiastozygaceae:** *Chiastozygus litterarius* GARTNER: Aptian-Maastrichtian (C); *Tegumentum stradneri* THIERSTEIN: Berriasian-Barremian (T); *T. striatum* KÖHTE CRUX (B). **Family Eiffelithaceae:** *Eiffelithus windii* APPLIGATE & BERGEN: Uppermost Berriasian-Barremian (C); *Rhagodiscus angustus* (STRADNER) VERBEEK: Upper Aptian-Cenomanian (C); *Zeughradotus erectus* (DEFLANDRE) REINHARDT: Upper Jurassic-Cenomanian (C); *Z. embergeri* (NOEL) PERCH-NIELSEN: Middle Jurassic-Cretaceous (C); *Z. sisyphus* (GARTNER) CRUX (B). **Family Cretarhabdaceae:** *Cretarhabdus angustiforatus* (BLACK) BUCKRY: Upper Berriasian-Maastrichtian (C); **Family Podorhabdaceae:** *Perrisocyclus plethoretus* (WIND & ČEPEK) CRUX: Upper Valanginian-Barremian (C); *Cruciellipsis cuvillieri* (MANIVIT) THIERSTEIN: Berriasian-Hauterivian (T); *Hemipodorhabdus gorkae* (REINHARDT) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN (B); *Speetonia colligata* BLACK: Uppermost Berriasian-Barremian (T); *Microstaurus chiastus* (WORSLEY) GRÜN in GRÜN & ALLEMANN: Berriasian-Cenomanian (C); *Grantarhabdus medii* BLACK: Valanginian-Aptian (C). **Family Braarudosphaeraceae:** *Braarudosphaera regularis* BLACK: Aptian-Coniacian (C). **Family Polycyclolithaceae:** *Polycostella beckmannii* THIERSTEIN: Lower-Berriasian (T); *P. senaria* THIERSTEIN: Upper Berriasian (T); *Haycsites bulbosus* THIERSTEIN: Hauterivian-Aptian (T); *Rucinolithus irregularis* THIERSTEIN: Aptian-Albian (T); *Eprolithus antiquus* PERCH-NIELSEN (B); *E. floralis* (STRADNER) PERCH-NIELSEN: Aptian-Campanian (C); *Assipetra infracretacea* (THIERSTEIN) ROTH: Upper Valanginian-Maastrichtian (C). **Family Stephanolithaceae:** *Diazomatolithus lehmannii* NOEL: Upper Jurassic-Uppermost Cretaceous (T).

³ Reprezentanții din România ai so. *Ancyloceratina* au fost recoltați din Munții Apuseni de Nord (NA), Munții Apuseni de Sud (SA), unitățile transilvane din Munții Perșani (T), din zonele Svinița și Reșița (S/R) ale Carpaților Meridionali, din regiunile Dâmbovicioara (D) și Brașov (Bv), din flisul Carpaților Orientali (C) și din Platforma Moesică sub Câmpia Română (RP) sau în Dobrogea de Sud (SD); (lista fosilelor descrise se regăsește în subsolul versiunii engleze).

³ The *Ancyloceratina* representatives in Romania were recorded in the Northern Apuseni Mts (NA), Southern Apuseni Mts (SA), Transylvanian units of the Perșani Mts (T), Svinița and Reșița zones (S/R) of the South Carpathians, Dâmbovicioara (D) and Brașov (Bv) regions, Carpathian flysch (C) and Moesian Platform under the Romanian Plain (RP) or in South Dobrogea (SD).

Family Bochiianitidae: *Protancyloceras* sp.: Valanginian (T); *Bochiianites neocomiensis* D'ORBIGNY: Upper Valanginian (T, R, S, RP); *B. oosteri* SARASIN & SCHÖNDEL-MAYER: Upper Valanginian (T, D, R); *B. cf. renevieri* (OOSTER): Lower Hauterivian (S); *B. goubuchensis* MANDOV: Upper Valanginian (S).



Family Ancyloceratidae: *Crioceratites duvali* LEVEILLE: Hauterivian (SA, RP), Lower Hauterivian (R, S) and Upper Hauterivian (C); *C. cf. duvali sarasini* (SARKAR): Hauterivian (S); *C. matsumotoi* (SARKAR): late Lower Hauterivian-early Upper Hauterivian (S, D); *C. quenstedti* (OOSTER): Upper Hauterivian (SA, S); *C. n. sp. aff. C. loryi* (SARKAR): Hauterivian-Lower Barremian (S); *C. loryiformis n. sp.*: late Lower Hauterivian (S); *C. piveteaui* (SARKAR): Lower Hauterivian (S); *C. nolani* (KILIAN): Upper Hauterivian (D, S, C); *C. ? nolani elegans* (D'ORBIGNY): Barremian (SA, D, S); *C. basseae* (SARKAR): Upper Valanginian ?-Upper Hauterivian (D, Bv, S, C); *C. trituberculatus* (SARKAR): Upper Hauterivian (S); *C. sornayi* (SARKAR): Upper Hauterivian (S); *C. majoricensis* (NOLAN): late Lower Hauterivian (S); *C. cf. binelli* (ASTIER): Upper Hauterivian (SA, S); *C. aff. kraptschenensis* DIMITROVA: Upper Hauterivian (D); *C. emerici* LEVEILLE: Uppermost Hauterivian-Lower Barremian (T, D, Bv, S); *C. n. sp. aff. C. emerici* LEVEILLE: early Upper Barremian (S); *C. thiollieri* (ASTIER): Upper Hauterivian-Lower Barremian (D, S); *C. ? munieri* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER): Upper Hauterivian (SA, D); *C. ? irregularis n. sp.*: early Upper Barremian (S); *C. ? monotuberculatus n. sp.*: late Lower Hauterivian (S); (non *C. uhligi* SIMIONESCU = gastropod); *Himantoceras trinodosum* THIEULOY: Upper Valanginian (D, Bv); *Moutoniceras varusense* (D'ORBIGNY): late Lower Barremian (C); *Balearites balearis* (NOLAN): Upper Hauterivian (S); *Paracrioceras cf. orbignyi* (MATHERON): early Upper Barremian (S); *P. cf. barremense* (KILIAN): early Upper Barremian (S); *P. dolloi* (SARKAR): early Upper Barremian (S); *P. sp. (= ? Crioceras precrassispinum* (ROCH): early Upper Barremian (S); *Parancyloceras meridionale n. sp.*: Uppermost Barremian (D); *Karsteniceras aff. beyrichi* (KARSTEN): Lower Barremian (C); *K. pumilum* (UHLIG): Lower Barremian (D, S, C); *K. subtile* UHLIG: Lower Barremian (D, S, C); *K. cf. balernaense* RUEBER: Lower Barremian (C); *Leptoceras brunneri* (OOSTER): Uppermost Berriasian-Lower Valanginian (SA, R), Barremian (C); *L. aff. studeri* (OOSTER): Berriasian-Valanginian boundary (R); *L. sapunovi* (NIKOLOV): Lowermost Valanginian (R); *L. brunneriforme n. sp.*: Lower Barremian (D, S); *L. svinitense n. sp.*: Lower Barremian (S); *L. carpathicum n. sp.*: Lower Barremian (S); *Eoleptoceras wrighti* MANOLOV: Lower Barremian (S); (*E.*) *cf. parvulum* (UHLIG): Lower Barremian (D, S, C); *E. (E.) aff. fragile* (UHLIG): Lower Barremian (C); *Eolictoceras silesiacum* VASICEK, WIEDM: Lower Barremian (S); *Hamulinites munieri* (NICKLES): Uppermost Hauterivian-Lowermost Aptian (D); *H. nicklesi n. sp.*: Uppermost Hauterivian (D); *Veleziceras aff. saharievae* (MANOLOV): Lower Barremian (S); *Veleziceras sp.*: Lower Barremian (S); *Acriceras (A.) aff. tabarelli* (ASTIER): Upper Hauterivian-Lower Barremian (C, S); *A. ? (? A.) cf. karsteni* HOH. UHLIG: Upper Barremian (C); *A. ? (? A.) silesiacum* (UHLIG): Lower Aptian (C); *A. (A.) seringei* (ASTIER): Upper Hauterivian (S); *A. (Paraspinoceras) jourdani* (ASTIER): Upper Hauterivian (T, D, Bv, S); *A. (P.) pulcherrimum* (D'ORBIGNY): Upper Hauterivian (T, D, S), Lower Barremian (C); *A. (Pretacrioceras) ornatum alpinum* SARKAR: Uppermost Hauterivian (T); *A. (P.) sarkari n. sp.*: Upper Hauterivian (S); *A. (?P.) aff. breistrofferi* SARKAR: Upper Barremian (S); *A. (Aspinoceras) aff. dilatatum* (D'ORBIGNY): Upper Hauterivian-Lower Barremian (S); *A. ? n. sp. aff. Ancyloceras matheronianum* (D'ORBIGNY): Upper Bedoulian (NA); *Ancyloceras cf. vandenheckii* ASTIER: early Upper Barremian (D, S); *A. mojsisowici* (HAUG): early Upper Barremian (D); *Audouliceras muscelensae* nom. nov. (= *A. thomeli* AVRAM, nomen preoccupatum): Lower Bedoulian (D); *Lithancylus tirolensis* CASEY: Upper Barremian (D, S); *Dissimilites dissimilis* (D'ORBIGNY): late Lower Barremian (D, C); *D. trinodosus* (D'ORBIGNY): early Upper Barremian (D, S); *D. cf. brestakensis* (DIMITROVA): Barremian (D); *D. subalternatus* (BRESKOVSKI): Middle Barremian (D); *Drosinulites n. sp.*: Barremian (D, S); *Australiceras sp. ex gr. A. gigas* (SOWERBY): Bedoulian (D); *Ammonitoceras n. sp. aff. A. lahusei* (SINZOW): Gargasian (NA); *Helicancylus cf. acquicostatus* (GABB): Upper Bedoulian (NA, C); *Hamiticeras sp.*: Upper Bedoulian (C); *Toxoceratoides royerianus* (D'ORBIGNY): Bedoulian (D, C); *T. emericianus* (D'ORBIGNY): Bedoulian (D), Gargasian (C); *T. aff. starkingi* (ANDERSON): Lower Bedoulian (D); *T. depressus n. sp.*: Lower Bedoulian (D).

Family Heteroceratidae: *Colchidites ? sp.*: Upper Barremian (D, S); *Imerites giraudi* (KILIAN): Upper Barremian (D, S); *I. giraudi multicostatus* TOVBINA: Upper Barremian (S); *Eristavia dichotoma* (ERUSTAVI): Upper Barremian (D, S); *E. sp. aff. tvishiensis* KAKABADZE: Upper Barremian (D); *Argvethites godoganiensis* ERUSTAVI: Barremian-Aptian boundary (D); *A. cf. lashensis* ROUCHADZE: early Upper Barremian (S); *Simionescites princeps* AVRAM: Lower Bedoulian (D); *S. simionescui* AVRAM: Lower Bedoulian (D).

Family Hemihoplitesidae: *Pseudothurmannia cf. angulicostata* (D'ORBIGNY): Uppermost Hauterivian (S) (the examples cited from the Carpathian flysch are not identifiable); *P. aff. mortilleti* (PICTET & LORIOL): Uppermost Hauterivian (D); *P. cf. catulloi* (PARONA): Uppermost Hauterivian (S); *P. picteti* SARKAR (= *P. provencalis* WIEDMANN): Uppermost Hauterivian (D, S); *P. grandis* (BUSNARDO): Uppermost Hauterivian (D); *P. biassalense* DIMITROVA: Uppermost Hauterivian (S); *P. belimelense* DIMITROVA: Uppermost Hauterivian (S); *P. cf. pseudomalbosi* (SARASIN & SCHÖNDELMAYER): Uppermost Hauterivian (S); *P. simionescui* SARKAR: Uppermost Hauterivian (D); *Hemihoplites cf. heberti* (FALLOT): Upper Barremian (C).

Family Deshayesitidae: *Turkmeniceras longicostatum* TOVBINA: Uppermost Barremian ? (S); *Prodeshayesites bodei* (v. KOENEN): Lowermost Bedoulian (S); *P. Pseudokiliani* CASEY: Lowermost Bedoulian (C); *Deshayesites weissiformis* BOGDANOVA: Lower Bedoulian (D); *D. weissii* (NEUMAYR & UHLIG): Lower Bedoulian (D, S); *D. luppovi* BOGDANOVA: Lower Bedoulian (D); *D. planicostatus*: Lower Bedoulian (D); *D. oglanlensis* BOGDANOVA: Lower Bedoulian (D); *D. forbesi* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. gracilis* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. multicostatus* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. latilobatus* (SINZOW): Lower Bedoulian (D, S); *D. planus* CASEY: Lower Bedoulian (D, S); *D. planus pyritosus* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. pygmaeus* CASEY: Lower Bedoulian (D);



D. saxbyi CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. normani* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. topleyi* CASEY: Lower Bedoulian (D); *D. euglyphus*: Lower Bedoulian (D); *D. bogdanovae* n. sp. (= *D. consobrinus* D'ORB., in BOGDANOVA, 1979): Lower Bedoulian (D); *D. similis* BOGDANOVA: Lower Bedoulian (D); *D. borowae* UHLIG: Lower Aptian (C); *D. involutus* SPATH: Lower Aptian (C); *D. flexuosus* CHIRIAC: Lower Aptian (SD); (*D. mirabilis* CASEY, *D. consobrinoides* (SINZOW) and *D. aff. strigosus* CASEY, cited in Romanian literature are not identifiable or are missing in repositories); *Dufrenoyia notha* CASEY: Upper Bedoulian (NA, C); *D. scalata* CASEY: Upper Bedoulian (NA); *D. dufrenoyi* (D'ORBIGNY): Upper Bedoulian (C); *D. praedufrenoyi* CASEY: Upper Bedoulian (NA, C); *D. discoidalis* CASEY: Upper Bedoulian (NA, C); *D. transitoria* CASEY: Upper Bedoulian (C); *D. mackesoni* CASEY: Upper Bedoulian (C); (*D. furcata* (SOWERBY), cited from the Carpathian flysch is based on unidentifiable examples). Family Douvilleiceratidae: *Paraspticerias guerinianum* (UHLIG): Uppermost Hauterivian (D, S); *P. pachyciclum* (UHLIG): Upper Hauterivian (S); *P. percevali* (UHLIG): ? Barremian (D); *Procheloniceras albrechtiaustriacae* ((HOH.) UHLIG): Lowermost Aptian (D); *P. amadei* (HOH.) UHLIG: Barremian-Aptian boundary (S); *P. sporadicum* (ROUCHADZE): Lowermost Aptian (D); *Cheloniceras cornuelianum* (D'ORBIGNY): Lower Aptian (NA); *C. seminodosum* (SINZOW): ? Lower Aptian (C); *C. quadratum* CASEY: Lower Aptian (NA); *Megatyloceras pershanense* PAULIUC & GRĂDINARU: Lower Aptian (C); *M. ramadanicum* (CHIRIAC): Lower Aptian (SD); *Epicheloniceras martini* (D'ORBIGNY): Middle Aptian (NA); *Parahoplites grossouvrei* JACOB (= *D. borowae* in PATRULIUS, 1969): Middle Aptian (C); *P. multicostatus* SINZOW: Middle Aptian (C); (*P. steinmanni* JACOB, *P. subcampichei* SINZOW and *P. grossouvrei* JACOB, cited in literature, belong to other genera or were not met in repositories); *Acanthohoplites aschiltaensis* ANTHULA: Middle Aptian (C); *A. aschiltaensis rotundatus* SINZOW: Uppermost Aptian (SD); *A. laticostatus* SINZOW: Aptian (C); *A. multispinatus* (ANTHULA): Upper Aptian (R, S, C) (*A. trautscholdi* SIM., BAC. & SOR. and *A. ex gr. bergeroni* SEUNES, cited from the Carpathian flysch were not met in repositories); *Immunitoceras uhligi* (ANTHULA): Uppermost Aptian (NA, SD); *Nolaniceras nolani* SEUNES: Upper Aptian (C); *N. ? nolani crassus* SINZOW: Upper Aptian (C); *Colombiceras (C.) tobleri discoidalis* (SINZOW): Bedoulian (NA, C); *C. (C.) subpeltoceratoides* (SINZOW): Upper Bedoulian (NA, C); *C. (C.) sinzowi* KASANSKI: early Middle Aptian (C); *C. (Egoianiceras) angulatum* EGOJAN: Upper Bedoulian (C); *C. (E.) multicostatum* AVRAM: Upper Bedoulian (NA, C); *Hypacanthoplites milletianus* (D'ORBIGNY): Lowermost Albian (SD); *H. nolaniformis* (NATZKY) GLAZUNOVA: Upper Aptian (SA); *H. simmsi* (FORBES): Uppermost Aptian (SD) (*H. discoidalis* CHIRIAC is unidentifiable); *Douvilleiceras mammillatum* (SCHLOTHAIM): late Lower Albian (SD); *D. alternans* CASEY: late Lower Albian (SD); *D. inaequinodum* (QUENSTEDT): late Lower Albian (R) (= *D. mammillatum* in MUTIHA, 1970) (*D. monile* (SOWERBY) and *S. inaequicostatum* CHIRIAC are too fragmentary or eroded for a good identification).



REGIUNEA SVINIȚA – ARIE DE REFERINȚĂ PENTRU STUDIILE PALEONTOLOGICE/BIOSTRATIGRAFICE SVINIȚA REGION – A REFERENCE AREA FOR THE PALEONTOLOGIC/BIOSTRATIGRAPHIC STUDIES

E. AVRAM

Dintre toate ariile deja protejate sau doar propuse pentru a fi protejate în studiul geologic realizat pentru "Parcul Național Porțile de Fier" (raport nepublicat, păstrat în arhiva IGR, București), regiunea Svinița este cea mai importantă datorită bogăției în fosile și continuității stratigrafice a depozitelor sale jurasice și cretacee. Aceste depozite se aștern, în discontinuitate, peste formațiuni paleozoice superioare și sunt păstrate doar pe arii restrânse în împrejurimile satului Svinița (unde formează un monoclin cu cădere spre sud-vest, către malul Dunării), apoi imediat către nord, la Zeliște (în compartimentul nordic, ridicat, al faliei Svinița), apoi în vârful munților, la Ravniste, și, în sfârșit, în sectorul Munteana-valea Sirinia, unde ele sunt cutate și incomplete (fig. 1).

După datele actuale, principalele puncte fosilifere din regiunea Svinița sunt situate după cum urmează:

- în depozite jurasice inferioare, mai precis în intercalațiile grezoase-argiloase ale succesiunii, în principal detritice, în facies de Gresten, la Munteana, unde au fost recoltați amoniți, belemniti și brachiopode;

- în depozitele jurasice medii (Bathonian-Callovian inferior) de pe pârâul Saraorski, unde stratul fosilifer, gros de cca. 15 cm și foarte bogat în amoniți, este încadrat de calcare oolitice feruginoase; acest punct este singurul protejat oficial (rezervație geologică) din întreaga regiune;

- în depozitele jurasice superioare (până la Tithonicul inferior), constând din calcare nodulare cu intercalații de radiolarite, bine expuse la nord și nord-est de satul Svinița, până la pârâul Saraorski; acestea au oferit mai ales macrofosile kimmeridgiene și tithonic inferioare: amoniți, belemniti și brachiopode;

- în depozitele tithonic terminal-cretacic inferioare din jurul localității Svinița, constând dintr-o formațiune calcaroasă, cu accidente silicioase (în facies Majolica), de vârstă tithonic superior-hauteriviană, urmată de o entitate litostratigrafică calcaroasă-marnocalcaroasă-marnoasă, de vârstă hauterivian superior-apțian inferioară, la partea ei superioară, de asemenea detritică (Fig. 2); secvența valanginian-

Among all the already protected or only proposed to be protected areas by the geological study for the "Iron Gates National Park" (unpublished report, archives of the G.I.R., Bucharest), Svinița region is the most important for its almost continuous and rich in fossils Jurassic and Cretaceous deposits. These deposits lie unconformably on the Upper Paleozoic formations and are preserved in the Svinița village area (as a monoclyne, falling south-westwards, to the Danube bank), then immediately northwards, at Zeliște (compartment uplifted north of the Svinița fault), afterwards on the top of the mountains, at Ravniste, and finally, in the Munteana-Sirinia Valley areal, where they are folded and incomplete (Fig. 1).

As known up to day, the main fossiliferous sites in the Svinița region are located as follows:

- in the Lower Jurassic deposits, namely in the sandstone-clayey interbeds of the mainly detrital succession of Gresten facies, at Munteana, where ammonites, belemnites and brachiopods were recorded;

- in the Middle Jurassic (Bathonian-Lower Callovian) ones, on the Saraorski Valley, where a very rich in ammonites fossiliferous bed, some 15 cm thick, is hosted by a ferruginous oolitic limestone; this site is the only officially protected in the whole region;

- in the Upper Jurassic (up to the Lower Tithonian) deposits, consisting of nodular limestones with radiolarite interbeds, well exposed north and north-east of the Svinița village up to the Saraorski Valley; they yielded especially Kimmeridgian and Lower Tithonian macrofossils: ammonites, belemnites and brachiopods;

- in the Uppermost Tithonian and Lower Cretaceous rock-sequence around the Svinița village, consisting of an Upper Tithonian-Lower Hauterivian calcareous-cherty formation (of Majolica facies), followed by an Upper Hauterivian-Albian limy-marlstone-marly lithostratigraphical unit, in its upper part also detrital (Fig. 2); the Valanginian-Lower Aptian deposits are generally macrofossiliferous, but very rich in ammonites and belemnites in the Hauterivian-Lower Aptian interval; microfossil



apțian inferioară este în general macrofossiliferă, dar fosilele (mai ales amoniți și belemniti) sunt deosebit de frecvente în intervalul Hauterivian-Apțian inferior; asociații de microfossil (dinoflagellate, nannofossil, radiolari și tintinnide) au fost, de asemenea, evidențiate, cele mai multe dintre acestea în depozitele pelagice de vârstă tithonic superior-hauteriviană.

Regiunea satului Svința, la sud de fală omonimă, a fost preferată pentru studiile biostratigrafice asupra Cretacului datorită prezenței aici a unor succesiuni mai complete, mai continui și lipsite de deranjamente tectonice sau depozitionale. În acest areal au fost propuse ca rezervații geologice/paleontologice două secțiuni: pe pârâul Tiganski și pe pârâul Vodiniciki (=Morilor), dar nici una dintre acestea nu a fost recunoscută oficial, ca atare, până în prezent.

În ultimii ani regiunea satului Svința a fost luată în considerare ca arie de referință pentru corelare de facies (pelagic) și biostratigrafică, de către proiectul IGCP nr. 262 "Corelarea Cretacului din domeniul Tethys", secțiunile-referință fiind stabilite astfel: în versantul din dreapta pârâului Murguceva (notat "M" în fig. 2), de-alungul șoselei Orșova-Svința între văile Iordumovacia și Vodiniciki (Hw în aceeași figură) și pe pârâul Vodiniciki (V), unde este bine expusă succesiunea berriasian-hauterivian inferioară (în M) și respectiv berriasian-apțian bazală (în Hw și V).

Mai mult, grupul de lucru asupra etajului Barremian din cadrul Subcomisiei Internaționale asupra Cretacului (IUGS) a acceptat ca în regiunea satului Svința să fie stabilită o secțiune-tip pentru limita dintre etajele Hauterivian-Barremian. În acest sens, cu acordul Academiei Române/Secția de Științe Geonomice, se fac în prezent demersuri pentru obținerea aprobărilor oficiale ca una dintre secțiunile geologice din regiune, care traversează limita menționată, să fie deschisă studiilor biostratigrafice și paleomagnetice internaționale.

assemblages (of dinoflagellates, nannofossils, radiolarians and tintinnids) were also emphasized, most of them in the Upper Tithonian-Hauterivian pelagic deposits.

For the biostratigraphic studies on the Lower Cretaceous, the Svința village area south of the Svința fault was preferred because of its successions more complete, continuous and deprived of tectonic and sedimentary disturbances. There, two geologic/paleontologic protected sections were proposed: the former, on the Tiganski Valley and the latter on the Vodiniciki (Morilor) Valley, but none of them was accepted up to now.

In the last years, the Svința village area was taken into consideration as a reference area for pelagic facies and biostratigraphic correlations by the IGCP Project 262 "Tethyan Cretaceous Correlations", the reference sections being chosen on the right side of the Murguceva Valley (noted M in the figure 2), along the Orșova-Svința highway between the Iordumovacia and Vodiniciki valleys (Hw in the same Figure) and on the Vodiniciki Valley (V), where the Berriasian-Lower Hauterivian (M) and, respectively, the Berriasian-Lower Aptian (Hw, V) succession is better exposed.

Moreover, the working group on the Barremian stage of the International Subcommission on Cretaceous (IUGS) accepted the Svința village area as a candidate for the type-section of the Hauterivian-Barremian stage boundary.

With the agreement of the Romanian Academy of Sciences/Dept of Geonomic Sciences, the official approvals are to be obtained, to make one of the sections there crossing the Hauterivian-Barremian boundary ready for international biostratigraphic and paleomagnetic studies.



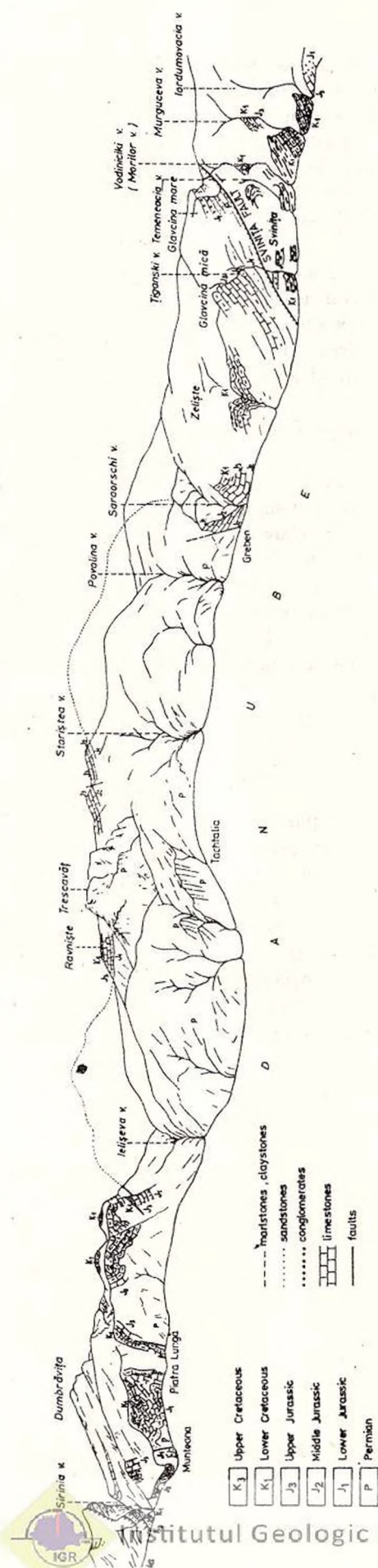


Fig. 1 -- Vedere panoramică asupra versantului stâng al Dunării între Svinița și Cozla (după Codarcea et al., 1961, modificat).
Panoramic view of the left slope of the Danube between Svinița and Cozla (after Codarcea et al., 1961, modified).

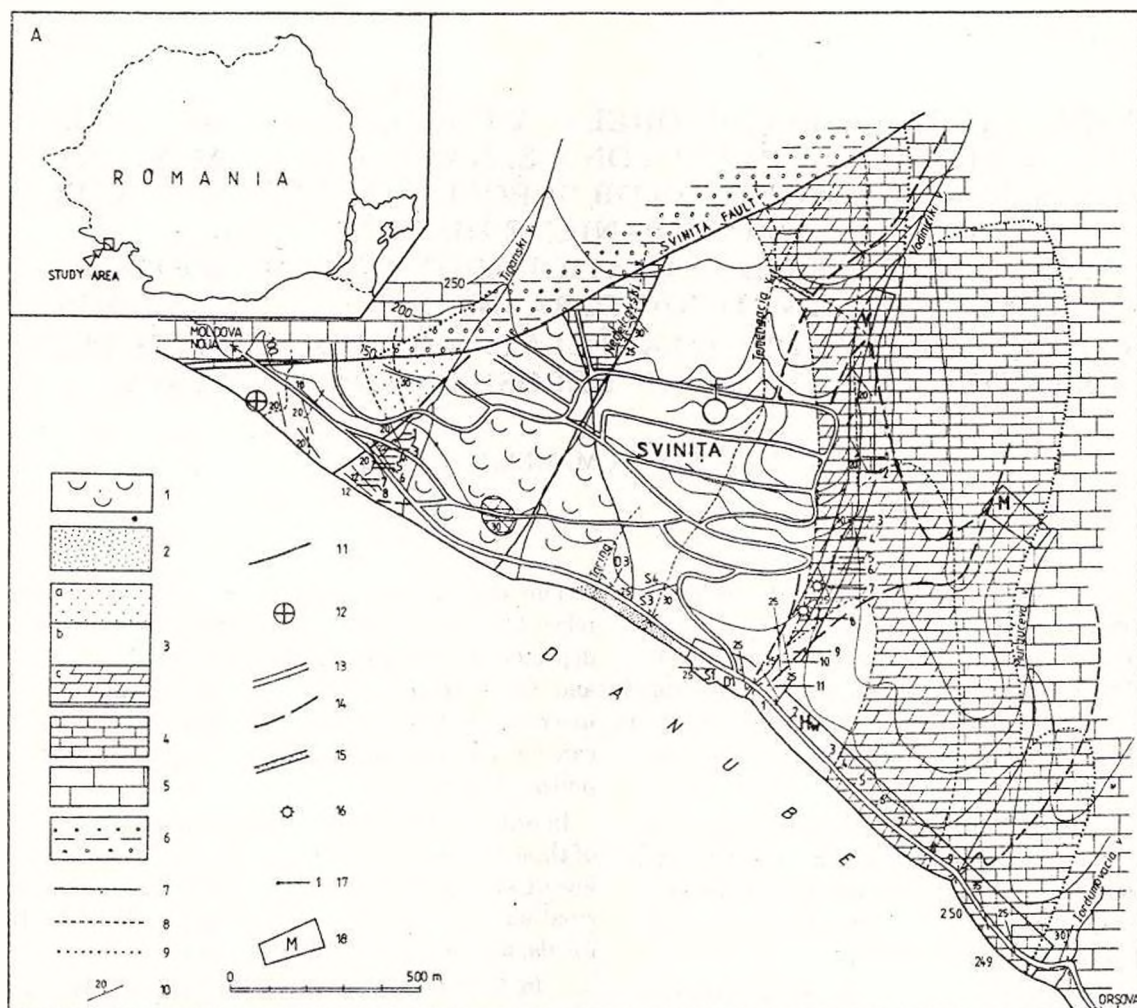


Fig. 2 – Harta geologică a regiunii satului Svinița (după Avram, 1994). Legenda: 1, depozite cuaternare (gravelite); 2, depozite neogene; 3, Formațiunea de Svinița: a, Subformațiunea de Tiganski (Aptian superior-Albian, gresii marnoase și marne grezoase de culoare cenușiu închis), b, Subformațiunea de Temeneacia (Barremian-Aptian inferior, marnocalcare cu intercalații de marne și argile), c, Subformațiunea de Vodiniciki (Hauterivian superior-Barremian bazal, calcare argiloase cenușii, stratificate, lipsite de accidente silicioase, cu intercalații progresiv mai frecvente către partea superioară, de marnocalcare și marne); 4, Formațiunea de Murguceva (Berriasian-Hauterivian inferior, calcare argiloase cenușii stratificate, cu accidente silicioase); 5, depozite jurasice (până la Tithonicul inferior); 6, depozite permieni; 7, limită între depozite cuaternare; 8, limită normală între formațiuni; 9, limită de discontinuitate stratigrafică; 10, poziție de strat; 11, falie; 12, biserica veche a satului; 13, șosele/străzi; 14, cărări; 15, șant; 16, mori de apă; 17, nivele fosilifere; 18, suprafețe selectate pentru studiile biostratigrafice. A, Poziția regiunii Svinița pe teritoriul României.

Fig. 2 – Geological map of the Svinița village area (after Avram, 1994). Legend: 1, Quaternary deposits (gravelites); 2, Neogene deposits; 3, Svinița Formation: a, Tiganski Member (Upper Aptian-Albian dark grey marly sandstones and sandy marlstones), b, Temeneacia Member (Barremian-Lower Aptian marlstones, with marly and clayey interbeds), c, Vodiniciki Member (Upper Hauterivian-Lowermost Barremian bedded grey-clayey chertless limestones, with progressively more frequent upward marly limestones and marlstone/marly interbeds); 4, Murguceva Formation (Berriasian-Lower Hauterivian bedded grey cherty clayey limestones); 5, Jurassic deposits (up to the Lower Tithonian); 6, Permian deposits; 7, boundary of the Quaternary deposits; 8, normal boundary between formations; 9, disconformities; 10, bed positions; 11, faults; 12, the old church of the village; 13, roads/streets; 14, paths; 15, ditch; 16, water-mills; 17, fossiliferous layers; 18, areas selected for the biostratigraphic studies. A, Location of the Svinița region within the Romanian territory.

BIOSTRATIGRAFIA INTERCORELATĂ PE BAZA MACROFAUNEI, FORAMINIFERELOR PLANCTONICE, NANNOPLANCTONULUI CALCAROS, DINOFLAGELATELOR ȘI POLENULUI ÎN DEPOZITELE SANTONIAN-CAMPANIENE DIN ROMÂNIA

INTERCORRELATED BIOSTRATIGRAPHY ON THE BASIS OF MACROFAUNA PLANCTONIC FORAMINIFERA, CALCAREOUS NANNOPLANKTON, DINOFLAGELLATE AND POLLEN FOR THE SANTONIAN-CAMPANIAN DEPOSITS FROM ROMANIA

J. ION, E. ANTONESCU, M. MELINTE, L. SZASZ

Acest studiu este o primă tentativă de realizare a unei biostratigrafii intercorelate pe baza macrofaunei (Szasz), foraminiferelor planctonice (Ion), nannoplanctonului calcaros (Melinte), dinoflagelatelor și polenului (Antonescu) în depozitele santonian-campaniene din Carpații Meridionali, Carpații Orientali și Dobrogea de Sud.

Pentru definirea limitelor și subdiviziunilor celor două etaje în depozitele din România au fost recunoscute/nou stabilite următoarea succesiune de bioevenimente principale și auxiliare, intercorelate/combinat, oferite de aceste organisme fosile (fig.):

– Depozitele coniaciene și ale Santonianului bazal lipsesc în Dobrogea de Sud. În Carpați limita Coniacian-Santonian este incert caracterizată din punct de vedere biostratigrafic. Ea ar fi situată sub sau deasupra nivelelor cu *Parapuzosia daubreei*, iar palinologic ar putea fi marcată de prima apariție a genului *Isabeldinium* și a speciei *Suemeghipollis triangularis*. Partea superioară a Coniacianului superior și cea bazală a Santonianului inferior sunt caracterizate prin aceeași asociație de foraminifere planctonice aparținând zonei *Dicarinella asymetrica* sau/și respectiv subzonei *Contusotruncana fornicata*. Din punct de vedere al nannoplanctonului, această limită este situată în intervalul dintre prima apariție a speciei *Micula concava* și/sau *Lithastrinus grillii* și prima apariție a speciei *Reinhardtites anthophorus*.

– În partea relativ mediană a Santonianului inferior, în Carpați și Dobrogea de Sud, are prima apariție *Globotruncana bulloides* (marcând limita inferioară a subzonei *G. bulloides*), apoi *Contusotruncana manaurensis* urmată de *Globotruncana linneiana*. În Carpați aceste evenimente date de foraminiferele planctonice au fost întâlnite în strate cu nannoplanctonul zonei *R. anthophorus*, iar în Dobrogea de Sud în strate cu macrofauna incluzând *Micraster coranquinum*, *Gibbaster belgicus*, *Echinocorys vulgaris*, etc.

This study is a first attempt at achieving an intercorrelated biostratigraphy for the Santonian-Campanian deposits of the East Carpathians, South Carpathians and South Dobrogean domains of Romania based on macrofauna (Szasz), planktonic foraminifera (Ion), calcareous nannoplankton (Melinte), dinoflagellate and pollen (Antonescu).

In order to define the boundary and the subdivisions of these two stages in the deposits of Romania, the following succession of the intercorrelated combined principal and auxiliary marker bioevents offered by these fossils, are recognised/newly-established (see figure):

– In South Dobrogea, the Coniacian basal-Lower Coniacian deposits are lacking. In the Carpathians, the Coniacian-Santonian boundary is uncertainly biostratigraphically characterised. It lies below or above the levels with *Parapuzosia daubreei* and palynologically it could be marked by the first occurrence of the dinoflagellate genus *Isabeldinium* or of the pollen species *Suemeghipollis triangularis*, these two events marking also the lower boundary of two synchronous zones which characterise the whole Santonian. Concerning the planktonic foraminifera, the uppermost part of the Upper Coniacian and the basal Lower Santonian are characterised by the same assemblage, of the *Dicarinella asymetrica* Zone and/or of the *Contusotruncana fornicata* Subzone respectively. Based on the nannoplankton, this boundary is situated in the interval between the first occurrence of *Micula concava* and/or *Lithastrinus grillii* and the first occurrence of *Reinhardtites anthophorus*.

– In the relative middle part of the Lower Santonian, in the Carpathians and South Dobrogea is reported the successive first occurrence of *Globotruncana bulloides* (event which marks the lower boundary of the *G. bulloides* Subzone), then of *Contusotruncana manaurensis* and then of *Globotruncana linneiana*. In the Carpathians, the strata with these bioevents include



- Limita Santonian inferior-Santonian superior în ambele domenii de sedimentare poate fi marcată prin ultima apariție a speciei *Marginotruncana paraconcavata* (sensul Porthault, 1967). În Carpați această specie lipsește începând cu stratele care urmează, incluzând topul range-ului speciei *Texanites collignoni*, sau în Dobrogea de Sud conținând macrofauna santonian superioară cu *Inoceramus muelleri*, *I. muelleri recklingensis*, *I. muelleri* div. ssp., *I. cf. platycephalus*, *I. simpsoni*, *Offaster pilula*, *Isomicraster cf. stelleti*.

- Urmează, în cadrul Santonianului superior, o succesiune de bioevenimente: prima apariție a speciei *Lucianorhabdus cayeuxii* (marcând limita inferioară a zonei *L. cayeuxii*, pentru nannoplacton), apoi cea a speciei *Globotruncana arca* (marcând limita inferioară a subzonei *G. arca*, pentru foraminiferele planctonice) împreună cu *Globotruncanella stuartiformis*, urmează imediat prima apariție a speciei *Globotruncana orientalis* dintre foraminiferele planctonice și apoi cea a nannoplanctonului *Calculites obscurus* (marcând limita inferioară a zonei *C. obscurus* împreună, în Carpați, cu *Orastrum campanensis*. În ceea ce privește numai nannoplanctonul, în Carpați specia *Eprolithus floralis* este prezentă și deasupra primei apariții a speciei *Calculites obscurus*, pe când în Dobrogea de Sud ea dispare odată cu acest eveniment; primele specimene de *Aspidolithus parvus parvus* se cunosc în ambele domenii de sedimentare începând din primele strate cu nannoplanctonul zonei *C. obscurus*.

- Mai sus, în partea superioară a Santonianului superior, în ambele domenii persistă asociația de foraminifere a subzonei *G. arca* și respectiv a părții terminale a zonei *D. asymetrica*, nannoplanctonul zonei *C. obscurus*, dinoflagelatele zonei *Isabelidium* spp. și/sau polenul zonei *S. triangularis*. În Carpații Meridionali, pentru partea superioară a Santonianului superior din punct de vedere al macrofaunei se cunosc stratele cu *Baculites incurvatus*, urmate de stratele cu asociația santonian superioară cu *Micraster fastigatus* și *M. coranquinum* și apoi de cele cu asociația părții terminale a Santonianului superior incluzând *Inoceramus (Platyceramus) platinus*, inocerami din grupul *I. (Sphenoceramus) lingua-angustus-patootensisformis*, *I. (Cordiceramus) bueltensis arnoldi*, *Hauericeras gardeni*, *Pachydiscus cf. cayeuxi*. Toate aceste strate conțin și foraminiferele, microflora și nannoflora arătată mai sus. Este de notat însă că ultimele specimene (in situ?) de *Eprolithus floralis* au fost întâlnite în stratele cu *M. fastigatus*; stratele cu *I. platinus* și *I. (S.)* ex. gr. *lingua-angustus-patootensisformis*, sunt în facies fără *Dicarinella concavata* și *D. asymetrica* (facies fără "concavate").

- Limita Santonian-Campanian, în Carpați și Dobrogea de Sud, este marcată prin ultima apariție a speciei *Dicarinella asymetrica* și/sau prin prima

also the nannofossils of the Reinhardtites anthophorus Zone and in South Dobrogea the macrofauna with *Micraster coranquinum*, *Gibbaster belgicus*, *Echinocorys vulgaris*, etc.

The Lower-Upper Santonian boundary in both domains could be determined by the last occurrence of *Marginotruncana paraconcavata* (sensu Porthault, 1967) foraminiferal species, which takes place within the median part of the *D. asymetrica* Zone/lower part of the *G. bolloides* Subzone, and in the Carpathians within the strata including nannofossils of *R. anthophorus* Zone, too. In the Carpathians, beginning with the levels which in our case contain the top of the *Texanites collignoni* species range, and in South Dobrogea beginning with the first levels with the Upper Santonian macrofauna containing *Inoceramus muelleri* div. spp., *I. muelleri recklingensis* etc., the species *M. paraconcavata* does no longer exist.

There follows within the Upper Santonian the successive first occurrence of *Lucianorhabdus cayeuxii* (event that marks the lower boundary of the *L. cayeuxii* Zone of nannofossils) then of *Globotruncana arca* (marking the lower boundary of *G. arca* Subzone of foraminifera), together with *Globotruncanella stuartiformis*, then of *Globotruncana orientalis* followed by *Calculites obscurus* (event which marks the lower boundary of the *C. obscurus* Zone of nannofossils) together with *Orastrum campanensis* in the Carpathians. Concerning the nannofossil only, in the South Dobrogea the last occurrence of *Eprolithus floralis* is concomitantly with the first occurrence of *C. obscurus*, while in the Carpathians this species persists (in situ?) above this appearance: the first specimens of *Aspidolithus parvus parvus* are known in both domains within the first levels containing *C. obscurus*.

- Higher, in the upper part of the Upper Santonian, in both domains, persist the foraminifera of the terminal part of the *D. asymetrica* Zone and/or of the *G. bolloides* Subzone respectively, nannofossils of the *C. obscurus* Zone and, known only in the Carpathians, the microflora of *Isabelidium* spp. Zone and/or of *S. triangularis* Zone. In the Carpathians, for the upper part of the Upper Santonian are reported the strata with *Baculites incurvatus* followed by the strata with the Upper Santonian assemblage including *Micraster fastigatus* and *M. coranquinum* and finally the strata with the terminal Upper Santonian macrofauna including *Inoceramus (Platyceramus) platinus*, and *Inoceramus (Sphenoceramus)* ex. gr. *lingua-angustus-patootensisformis*. All these strata include the microfauna, microflora and nannoflora mentioned above. It is worth noting that the last (in situ?) *Eprolithus floralis* has been recorded in the strata with *M. fastigatus*; the strata with *I. (Pl.) platinus* and *I. (S.)* ex. gr. *lingua-angustus-patootensisformis* are in facies devoid



apariție a speciei *Globotruncanita elevata*. Dar primul eveniment este complementar iar cel de-al doilea este principal (marcând limita inferioară a zonei Gt. elevata) deoarece există și faciesuri fără "concavate". În corelare cu aceste evenimente date de foraminiferele planctonice, din punct de vedere al nannoplanctonului această limită este situată în cadrul zonei C. obscurus. Pe baza microflorei nu avem încă nici un criteriu pentru definirea ei.

– În cadrul părții inferioare a Campanianului inferior, cu foraminiferele zonei Gt. elevata, în ambele domenii de sedimentare a fost identificată prima apariție a nannoplanctonului *Aspidolithus parvus constrictus* (marcând debutul zonei A. parvus constrictus). În Carpați acest eveniment a fost întâlnit în depozitele care urmează deasupra stratelor cu *I. (Pl.) platinus* și *I. (S.)* ex. gr. *lingua-angustus-patootensisformis* aparținând Santonianului terminal.

– În Carpați urmează în cadrul părții superioare a Campanianului inferior cu foraminiferele zonei Gt. elevata și nannoplanctonul Zonei A. parvus constrictus, un prag palinologic dat de prima apariție a speciei *Pseudopapilopolis praesubhercynicus* și a genului *Tripopollenites*, *Subtripopollenites*, *Proteacidites*, ca pollen (evenimente ce marchează limita inferioară a zonei Ps. praesubhercynicus), ca și a dinoflagelatelor aparținând speciilor *Dinogymnium euclaense* și *D. majus* (evenimente ce marchează limita inferioară a zonei *Odontochitina operculata*) și genului *Chatangi-*

of Dicarinella asymmetrica and *D. concavata* (without "concavates").

– The Santonian-Campanian boundary in the Carpathians and South Dobrogea is marked by the last occurrence of *Dicarinella asymmetrica* and/or by the first occurrence of *Globotruncanita elevata*.

But the former foraminiferal event is complementary and the latter is principal (and marks the lower boundary of the Gt. elevata Zone) there existing also facies without "concavates". By intercorrelation with these bioevents, in point of view of the nannoplankton this boundary lies within the *Calculites obscurus* Zone. Concerning the microflora it is not specified yet.

– Within the lower part of the Lower Campanian strata with the foraminifera of the Gt. elevata Zone, in both domains is reported the first occurrence of *Aspidolithus parvus constrictus*. In the Carpathians this nannofossil event has been recorded in the deposits including Gt. elevata assemblage, situated above of the terminal Upper Santonian strata with *I. (Pl.) platinus* and *I. (S.)* ex. gr. *lingua-angustus-patootensisformis*.

– In the Carpathians within the upper part of the Lower Campanian containing the foraminifera of the Gt. elevata Zone a palynological change is marked by the first occurrence of the pollen species *Pseudopapilopolis praesubhercynicus* and of the genera *Tripopollenites*, *Subtripopollenites*, *Proteacidites*, (events which mark the lower boundary of the Ps.

Fig. – Intercorrelated biostratigraphy of the Santonian and Campanian in the East and South Carpathians and South Dobrogea (Romania) based on macrofauna, planktonic foraminifera, calcareous nannoplankton, dinoflagellates and pollen (Ion et al., in this study):

1, Not investigated; 2, Hiatus. Boundary marker bioevent for zone and subzone: 3, First occurrence; 4, Last occurrence. Auxiliary marker bioevent: 5, First occurrence; 6, Last occurrence.

Key to fossil symbols. Macrofauna: B, *Belemnitella*; Bo, *Bostrychoceras*; Co, *Conulus*; Dip, *Diplacmoceras*; E, *Echinocorys*; H, *Hoplitoplacenticeras*; Ho, *Haploscapites*; Ga, *Gauthiericeras*; I, *Inoceramus*; Mi, *Micraster*; M (D), *Menabites* (*Delavarella*); P, *Pachydiscus*; Pa, *Parapuzosia*; Pl., *Placenticeras*; Pr, *Protezanites*; Ps, *Pseudoxybeloceras*; Tx, *Texanites*. Planktonic foraminifera: Ct, *Contusotruncana*; fo, *Ct. fornicata*; m, *Ct. manauensis*; D *Dicarinella*: as, *D. asymmetrica*; G, *Globotruncana*; a, *G. arca*; ag, *G. aegyptiaca*; bu, *G. bulloides*; es, *G. esnehensis*; fs, *G. falsostuarti*; l, *G. linneiana*; o, *G. orientalis*; rg, *G. rugosa*; v, *G. ventricosa*; Gt, *Globotruncanita*; cl, *Gt. calcarata*; el, *Gt. elevata*; sf, *Gt. stuartiformis*; Gs, *Gansserina*; Gs, *Gs. gansseri*; M, *Marginotruncana*; p, *M. paraconcavata*. Calcareous Nannoplankton: A, *Aspidolithus*; pac, *A. parvus constrictus*; pap, *A. parvus parvus*; Ca, *Calculites*; o, *C. obscurus*; C, *Ceratolithoides*; ac, *C. aculeus*; ve, *C. verbeekii*; fl, *Eprolithus floralis*; M, *micula*; L, *Lucianorhabdus*; cy, *L. cayeuxii*; R, *Reinhardtites*; an, *R. anthophorus*; Q, *Quadrum*; si, *Q. sissinghii*. Dinoflagellates: D, *Dinogymnium*; De, *D. euclaense*; Dm, *D. majus*; Ch, *Chatangiella*; I, *Isabelidium*; O, *Odontochitina*; Oop, *O. operculata*; Pif, *Palaeohystrichophora infusorioides*; Tcc, *Trichodinium castaneum*; X, *Xenascus*; Xce, *X. ceratioides*. Pollen: M, *Megatriopollis*; Po, *Pompeckjoidaepollenites*; P, *Pseudopapilopolis*; Ppr, *P. praesubhercynicus*; Ps, *Pseudotrudopollis*; Psps, *Ps. pseudalnoides*; Prot, *Proteacidites*; S, *Suemeghipollis*; St, *S. triangularis*; Sub, *Subtripopollenites*; Tr, *Tripopollenites*.



[illegible]

ella împreună cu diferite specii de *Isabelidium* (evenimente marcând limita inferioară a zonei *Xenascus ceratioides*).

- În Carpați și Dobrogea de Sud urmează în cadrul părții foarte superioare a Campanianului inferior prima apariție a speciei *Globotruncana ventricosa* (specimene foarte rare), dintre foraminifere, și a speciei *Ceratolithoides aculeus* dintre nannoplancton (eveniment care marchează limita inferioară a zonei *C. aculeus*).

- Limita Campanian inferior-Campanian superior, în ambele domenii de sedimentare este marcată prin prima apariție a speciei *Globotruncana rugosa*, dintre foraminifere (eveniment ce marchează limita inferioară a zonei *G. rugosa*). În Carpații Meridionali acest bioeveniment are loc puțin înaintea unor strate cu macrofauna campanian superioară cu *Inoceramus alaeformis*, *I. (Endocostea) balticus*, *I. (Selenoceras)* *sornayi*, *I. sagensis*, *Belemnitella mucronata*, sau în baza stratelor incluzând macrofauna cu *Pseudoxybelloceras riossi*, *Ps. (Scyphoceras) lineatum*, *I. (E.) balticus*, *I. (Platyceras)* *artigesi*, *I. alaeformis*, *I.(S.) sornayi*, *Saghalinites* sp., *Desmophylites phylimorphus*, *Pachydiscus* sp. Adminând acest criteriu și prin intercorelare, această limită este situată din punct de vedere palinologic în cadrul părții inferioare a zonelor de dinoflagellate *O. operculata* sau *X. ceratioides*, sau a zonei de polen *Ps. praesubhercynicus*; din punct de vedere al nannoflorei ea se află în cadrul zonei *C. aculeus*.

- În ambele domenii, în partea foarte inferioară a Campanianului superior cu foraminiferele zonei *G. rugosa* și nannoflora zonei *C. aculeus* au loc două evenimente date de nannofloră, și anume ultima apariție a speciei *A. parvus parvus* urmată de prima apariție a speciei *Quadrum sissinghii* (eveniment ce marchează limita inferioară a zonei *Q. sissinghii*). În Carpați aceste evenimente au fost întâlnite în stratele campanian superioare cu *Pseudoxybelloceras riossi*, *Ps. (S.) lineatum*, etc.

În Carpați stratele părții superioare a Campanianului superior, din punct de vedere al foraminiferelor planctonice, sunt caracterizate prin prezența "range"-ului total al speciei *Globotruncanita calcarata* (-el definind zona *Gt. calcarata*); în baza acestor strate, în cadrul lor au prima apariție speciile *Globotruncana falsostuarti* și *G. aegyptiaca*. În Dobrogea de Sud lipsesc depozitele părții superioare a Campanianului superior, ultimele depozite campaniene cunoscute sunt cu *Belemnitella mucronata*, *B. langei*, *B. minor* și foraminiferele zonei *G. rugosa*.

praesubhercynicus Zone), as well as of the dinoflagellate species *Dinogymnium euclaense* and *D. majus* (events which mark the lower boundary of the *Odonthochitina operculata* Zone) and of the genus *Chatangiella* and diverse species of *Isabelidium* (events marking the lower boundary of the *Xenascus ceratioides* Zone).

- In the Carpathians and South Dobrogea, within the uppermost Lower Campanian are reported the first occurrence of *Globotruncana ventricosa* (very rare specimens) and of nannofossil species *Ceratolithoides aculeus* (this event marking the lower boundary of the *C. aculeus* Zone).

- The Lower Campanian-Upper Campanian boundary in both domains is marked by the first occurrence of *Globotruncana rugosa*, (event which defines the lower boundary of the *G. rugosa* Zone of foraminifera). In the South Carpathians this bioevent takes place a little before some strata with the Upper Campanian macrofauna including *Inoceramus alaeformis*, *I. (Endocostea) balticus*, *I. (Selenoceras)* *sornayi*, *I. sagensis*, *Belemnitella mucronata*, or in the base of the strata including the Upper Campanian macrofauna with *Pseudoxybelloceras riossi*, *Ps. (Scyphoceras) lineatum*, *I. (Platyceras)* *artigesi*, *I. (E.) balticus*, *I. alaeformis*, *I.(S.) sornayi*. Admitting this criterion, by intercorrelation this boundary is palynologically situated within the lower part of the *O. operculata* or of the *X. ceratioides* dinoflagellate zones and of the *Ps. praesubhercynicus* pollen zone; based on nannoplankton it lies within the *C. aculeus* Zone.

- For the lowermost part of the Upper Campanian with foraminifera of *G. rugosa* Zone, in both domains are reported the last occurrence of *Aspidolithus parvus parvus* followed at least in the Carpathians by the first occurrence of *Quadrum sissinghii*. In the Carpathians these two nannofossil events have been recorded in the Upper Campanian strata with *Ps. riossi*, *Ps. (S.) lineatum*, etc., mentioned above.

- In the Carpathians, concerning the foraminifera the upper part of the Upper Campanian strata are characterised by the total range of *Globotruncanita calcarata* (the *Gt. calcarata* Zone); beginning within these strata the species *Globotruncana falsostuarti* and *G. aegyptiaca* have the first occurrence. This interval has not been studied based on the nannoplankton. In respect of the microflora, in this strata persists the assemblage of the *O. operculata* or of the *X. ceratioides* dinoflagellate Zones, or of the *Ps. praesubhercynicus* Zone of pollen. In South Dobrogea the deposits of the upper part of the Upper Campanian are lacking.



Pentru depozitele santonian-campaniene din România nu s-a putut face o biozonare pe baza macrofaunei aceasta fiind cunoscută numai în foarte puține locuri și numai ca apariții izolate, punctiforme.

Exceptând zonele *Gt. calcarata* și *D. asymetrica*, restul zonelor și subzonelor de foraminifere planctonice propuse pentru Santonian-Campanianul din România sunt noi definite/redefinite de Ion, unele dintre ele în acest studiu (subzonele *G. arca* și *G. bulloides*). Dar lor le corespund zone sincrone și omonime dar cu alte definiții sau numai sincrone, din alte părți ale domeniului Tethys.

Scara zonală pe baza nannoplanctonului propusă de Melinte în acest studiu atât pentru Carpați cât și pentru Dobrogea de Sud conține unele zone din scările generale stabilite pentru Tethys, altele din Carpații de Vest și zona *C. obscurus* cu definiția emendată în acest studiu.

Scările zonale de dinoflagelate și de polen, stabilite până în prezent numai în depozitele din domeniul carpatic, au fost realizate de Antonescu în acest studiu și conțin zone complet noi. Este de notat că zona *Ps. praesubhercynicus* de polen este de utilitate în faciesurile marine și continentale; zona *O. operculata* de dinoflagelate este pentru faciesurile de șelf iar zona *X. ceratioides* este pentru faciesurile marine de larg.

Based on the macrofauna no zonation could be made for the Santonian-Campanian deposits of Romania; it has generally been reported as few and isolated occurrences.

Excepting the *Gt. calcarata* and *D. asymetrica* Zones, the zones and subzones of planktonic foraminifera scale proposed for the Santonian-Campanian deposits from Romania are newly defined/redefined by Ion, some of them in this study (*G. bulloides* and *G. arca* subzones). But some synchronous-homonymous or synchronous zones differently defined from other parts of the Tethys correspond to them.

The calcareous nannoplankton zonal scale proposed by Melinte in this study for the Carpathians and South Dobrogea contains some zones from the general scales established for Tethys, other from the West Carpathians and the *C. obscurus* Zone with definition emended in this study.

The dinoflagellate and pollen zonal scales established only in the Carpathian domain, are achieved by Antonescu in this study and contain completely new zones. It is to note that *Ps. praesubhercynicus* Zone, of pollen, is for the biostratigraphy in the continental and marine facies: the *O. operculata* Zone, of dinoflagellate, is for shelf facies, and *X. ceratioides* Zone is for open sea facies.



STUDIUL COMPARATIV AL ASOCIAȚIILOR DE DIATOMEЕ DE VÂRSTĂ SARMAȚIANĂ DIN BAZINUL DACIC ȘI BAZINUL ZARAND ȘI IMPLICAȚIILE PALEOGEOGRAFICE ȘI PALEOECOLOGICE

COMPARATIVE SARMATIAN DIATOM ASSEMBLAGES FROM GETIC AND ZARAND AREAS AND THEIR PALEOGEOGRAPHIC AND PALEOECOLOGIC IMPLICATIONS

S. PESTREA

Prezentul studiu este o contribuție la corelarea depozitelor de vârstă sarmațiană din domeniile Panonic și Dacic, utilizând asociațiile de diatomee. Sunt prezentate de asemenea rezultatele interpretării asociațiilor de diatomee din punct de vedere paleoecologic.

Au fost analizate două secțiuni de referință pentru cele două domenii: secțiunea Carand (Bazinul Zarand) pentru domeniul Pannonic și secțiunea Ocnele Mari pentru domeniul Dacic. La Carand, Valea Gropoiului deschide în succesiune completă depozitele aparținând Volhynianului superior-Basarabian constituite din andezite în bază, urmate de o alternanță de diatomite, argile diatomitice și tufite.

La Ocnele Mari, secțiunea Valea Sărată traversează depozitele de vârstă sarmațiană constituite dintr-o succesiune de argile diatomitice și tufite.

Aceste depozite au fost datate Volhynian superior-Basarabian pe baza asociațiilor de silicoflagelate (Dumitrică, 1977), moluște (Papaianopol, 1977) și foraminifere (Popescu, 1986).

Analiza biostratigrafică de detaliu a secțiunii Carand a permis stabilirea următoarelor zone de asociații de diatomee:

a) pentru Volhynian superior: asociația cu *Surirella striatula*, asociația cu *Triceratium pentagonum* și asociația cu *Stictodiscus hungaricus*-*Zygoceros hungaricus*.

b) pentru Basarabian: asociația cu *Coscinodiscus sarmaticus*-*Coscinodiscus doljensis*.

La Ocnele Mari au fost puse în evidență numai depozitele Basarabianului caracterizate prin asociația cu *Coscinodiscus sarmaticus*-*Coscinodiscus doljensis*. Spectrul microfloristic conține în mare parte aceeași asociație descrisă la Carand, dar mai puțin diversificată.

Fenomenul de comunicare episodică între cele două domenii, Panonic și Dacic este marcat de prezența speciilor endemice panonice *Stictodiscus hungaricus* PANT., *Zygoceros hungaricus* PANT., *Hemiaulus biharensis* PANT., înregistrate și în depozitele atribuite Basarabianului de la Ocnele Mari.

The present study is a contribution to the correlation between the Dacic and Pannonian basins as well as between these basins and the Tethys realm. Our purpose is also the paleoenvironmental reconstructions using diatom assemblages. Basic information has been provided by the analysis of two sections belonging to the two distinct realms occurring on the Romanian territory: Carand section (Zarand basin) in the Pannonian and Ocnele Mari section in the Dacic realm.

The Zarand basin was a gulf on the eastern border of the Pannonian realm. In the Gropoiului Valley section, the Sarmatian deposits consist mainly of andesite flows, bedded diatomaceous clays, diatomites and tuffites.

At Ocnele Mari, in the Dacic basin, in the Valea Sărată section, Sarmatian deposits consist of white marls, bedded diatomaceous clays and intercalated tuffites. The above-mentioned deposits have been dated as Upper Volhynian-Basarabian in age on the basis of their contained silicoflagellata (Dumitrică, 1977), foraminifera (Popescu, 1986) and molluscs (Papaianopol, 1977).

Biostratigraphic analysis of Carand section reveals the following diatom assemblages zones: a) for the Upper Volhynian: *Surirella striatula* assemblage Zone, *Triceratium pentagonum* assemblage zone and *Stictodiscus hungaricus*-*Zygoceros hungaricus* assemblage zone; for the Basarabian: *Coscinodiscus sarmaticus*-*Coscinodiscus doljensis* assemblage zone.

At Ocnele Mari, only the Basarabian deposits were identified by the presence of the *Coscinodiscus sarmaticus*-*Coscinodiscus doljensis* assemblage zone; this assemblage contains the same association described at Carand, but less diversified.

The discontinuous communications between the Pannonian and Dacic realms are marked by the presence of some Pannonian species: *Stictodiscus hungaricus* PANT., *Hemiaulus biharensis* PANT., *Zygoceros hungaricus* PANT. in the Basarabian deposits from Ocnele Mari.



Asociațiile de diatomee întâlnite la Carand prezintă un caracter complex oferind trei tipuri distincte:

a) *Diatomee comune aparținând ariei Paratethysului Central.*

Acest spectru microfloristic este constituit din specii cu distribuție largă cunoscute în depozitele cu diatomee din Miocenul Mediu: *Coscinodiscus sarmaticus* PANT., *Coscinodiscus doljensis* PANT., *C. impressus* HAJOS., *C. rugulosus* HAJOS., *Surirella biharensis* PANT. Aceste specii sunt considerate specii normal-marine și sunt citate în depozitele de aceeași vârstă din Ungaria (Hajos, 1986) și din Cehoslovacia (Hajos, Rehakova, 1974).

b) *Diatomee de tip Pannonic.*

Izolarea parțială a domeniului Pannonic în timpul Sarmatianului a permis apariția unor specii endemice, din care citam: *Stictodiscus hungaricus* PANT., *Zygoceros hungaricus* PANT., *Hemiaulus biharensis* PANT. Este interesant de remarcat că aceste specii sunt atribuite domeniului normal marin (Pantocsek, 1889, Hajos, 1986).

c) *Diatomee de tip Indo-Pacific.*

Studiul de detaliu al asociațiilor de diatomee de la Carand a pus în evidență existența a șase nivele caracterizate prin taxoni tipic marini. Fiecare nivel conține spectre distincte calitativ. Astfel, de la bază spre partea superioară, primul nivel este dominat de *Thalassionema nitzschioides* GRUN., al doilea de *Biddulphia aurita* LYNGB., al treilea de *Thalassionema nitzschioides* GRUN. și al patrulea de *Coscinodiscus marginatus* EHR. (în Volhynian superior) și pentru Basarabian, de *Thalassiothrix longissima* CL. și *Coscinodiscus stellaris* ROPER.

Compoziția acestui tip de diatomee reflectă puternice afinități cu asociațiile de diatomee din domeniul Indo-Pacific descrise de J. Barron (1973, 1975) în formațiunile atribuite Mohnianului Mediu din California. Nivelele cu statholite și mysidite întâlnite în depozitele de vârstă sarmatiană din Paratethysul Central par să se situeze la același nivel stratigrafic cu depozitele ce conțin statolitite și mysidite din Mohnianul Mediu, California (Popescu, 1974-1975).

La Ocnele Mari au fost identificate numai cele două nivele cu *Thalassiothrix longissima* CL. și respectiv *Coscinodiscus stellaris* ROPER aparținând Basarabianului.

Marea sensibilitate a diatomeelor la condițiile de paleomediul a permis stabilirea curbilor de paleotemperatură și de paleosalinitate pentru secțiunea de la Carand.

În ceea ce privește condițiile de paleosalinitate, asociațiile de diatomee de vârstă volhynian superior-basarabian indică o alternanță de nivele normal-marine, marin salmastre și salmastre.

Trebuie remarcată prezența unui mare număr de

În Carand section, three distinct types of diatoms are present:

a) *Common type of Central Paratethys diatoms* consisting of species with a large distribution known in the Middle Miocene diatomaceous deposits: *Coscinodiscus sarmaticus* PANT., *Coscinodiscus doljensis* PANT., *C. impressus* HAJOS, *C. rugulosus* HAJOS, *Surirella biharensis* PANT. It is worth mentioning that these characteristic Sarmatian diatom taxa are normal marine planktonic species according to Hajos Rehakova (1974), Hajos (1986).

b) *Pannonian type diatom assemblage.*

The partial isolation of the Pannonian realm allowed the evolution of some endemic species such as: *Stictodiscus hungaricus* PANT., *Zygoceros hungaricus* PANT., *Cerataulus boryanus* PANT. It is interesting to note that these species indicate a normal marine to brackish water conditions according to Pantocsek (1889) and Hajos (1986).

c) *Indo-Pacific type diatom assemblage.*

The Carand section offers six levels of marine diatom taxa: four levels in Volhynian and two levels in Basarabian. Each level consists of different qualitative diatom spectrum. From the base to the upper part, the first level is dominated by *Thalassionema nitzschioides* GRUN., the second by *Biddulphia aurita* LYNGB., the third by *Thalassionema nitzschioides* GRUN. and the fourth by *Coscinodiscus marginatus* EHR. (in the Upper Volhynian), and for the Basarabian by *Thalassiothrix longissima* CL. and by *Coscinodiscus stellaris* ROPER.

The composition of the Indo-Pacific type diatom assemblage reveals strong affinities to the Indo-Pacific diatom assemblages described by Barron (1976) in the Middle Mohnian from California. The statolithe and Missids levels encountered in Sarmatian deposits from the Central Paratethys seems to be at the same stratigraphic level with the statolithe and missids deposits from the Middle Mohnian in California (Popescu, 1974-1975).

At Ocnele Mari, only the two marine levels of Basarabian age were recognized.

The great sensitivity of diatoms to the paleoenvironmental conditions allowed us to trace detailed curves for paleosalinity and paleotemperature conditions in Carand section.

Concerning the paleosalinity conditions, the Upper Volhynian-Basarabian diatom assemblages indicate alternative normal marine, marine-brackish and brackish levels.

It is remarkable the occurrence of a large number of distinctly normal marine planktonic species such as: *Coscinodiscus lineatus* EHR., *C. marginatus* EHR., *C. obscurus* EHR., *C. oculus-iridis* EHR., *Actinocyclus curvatulus* JAN., *Actinocyclus ehrenbergii* RALFS,



specii planctonice marine, din care cităm: *Coscinodiscus lineatus* EHR., *C. marginatus* EHR., *C. obscurus* EHR., *C. oculus-iridis* EHR., *Actinocyclus curvatulus* JAN., *A. ehrenbergii* RALFS., *Asteromphallus robustus* CASTR., *Asterolampra marylandica* EHR., *Stephanopsis turris* EHR., (Barron, 1981, 1986; Andrews, 1976; Abbott, 1979; Hajos, 1986).

În depozitele atribuite Volhynianului au fost înregistrate mai multe nivele marin-salmastre caracterizate prin nota dominantă a speciilor bentonice motile: *Navicula radiosa* KUTZ., *N. pennata* A. SM., *N. cari* EHR., *N. forcipata* GREV. și specii bentonice epifitice: *Rhopalodia musculus*, *R. gibba* EHR., *Achnanthes brevipes* AG., *Amphora proteus* GREG., *A. coffaeiformis* KUTZ., *A. holsatica* HUST. (Peragallo, 1889; Hajos, 1986).

În Basarabian, nivelele marin-salmastre sunt evidențiate prin abundența speciilor bentonice: *Mastogloia baldjickiana* GRUN., *M. braunii* GRUN., *M. smithii* THW., *M. pethoeii* PANT. (Hajos, 1986).

Se remarcă de asemenea ocurența unor specii aparținând genurilor *Pinnularia*, *Cymbella*, *Gomphonema* și citate ca specii de apă dulce (Hajos, Rehakova, 1974): *Cymbella lanceolata* var. *fossilis* PANT., *C. leptoceros* GRUN., *C. ventricosa* GRUN., *Gomphonema bohemicum* REICH., *G. olivaceum* KUTZ., *Pinnularia major* KUTZ., *P. scytica* PANT.

Interpretările paleoclimatice folosind asociațiile microfioristice se bazează în general pe specii cu spectru de temperatură cunoscut. Spre deosebire de alte grupe de microfosile planctonice, multe din speciile de diatomee au o largă distribuție pe scară cronostratigrafică, fiind cunoscute și în asociațiile de diatomee actuale. De aceea, datele ecologice oferite de speciile "long-ranging" pot fi utilizate pentru reconstituirea de paleomediul (Barron, 1973, 1983).

Utilizând maximum de abundență în specii marine de tip Indo-Pacific înregistrat la anumite nivele în secțiunea Carand, au fost puse în evidență două momente de influență nord-boreală: primul a fost identificat în Volhynianul superior și este atestat de un nivel imbogătit în specia *Biddulphia aurita* LYNGB. și al doilea, la partea superioară a depozitelor de vârstă basarabiană, sugerat de abundența speciei *Thalassiothrix longissima* CL.

Se remarcă de asemenea prezența taxonilor de influență subtropicală *Thalassionema nitzschioides* GRUN., *Thalassiosira decipiens* GRUN., *Coscinodiscus stellaris* ROPER.

Mulțumiri

Doresc să-mi exprim recunoștința domnului Dr. Paulian Dumitrică pentru amabilitatea de a-mi oferi spre studiu colecția sa de preparate de la Carand și pentru încurajarea în studiul diatomeelor. Aduc mul-

Asteromphallus robustus CASTR., *Asterolampra marylandica* EHR., *Stephanopyxis turris* EHR., according to: Barron (1981, 1986), Andrews (1976), Abbott (1979), Hajos (1968, 1986).

A few normal marine to brackish levels were pointed out in the Upper Volhynian. They are characterized by the dominance of benthic motile species such as: *Navicula radiosa* KUTZ., *N. pennata* A.S., *N. cari* EHR., *N. forcipata* GREV., and benthic epiphytic species such as: *Rhopalodia musculus*, *R. gibba* EHR., *Achnanthes brevipes* AG., *Amphora proteus* GREG., *A. coffaeiformis* KUTZ., *A. holsatica* HUST., according to Peragallo (1889), Hajos (1986).

In Basarabian the normal marine to brackish levels are recognized by the abundance of benthic species: *Mastogloia baldjickiana* GRUN., *M. braunii* GRUN., *M. smithii* THW. var. *lacustris*, *M. pethoeii* PANT. according to Hajos, Rehakova, 1974.

It is to note the occurrence of some *Pinnularia*, *Cymbella* and *Gomphonema* species reported as fresh-water species: *Cymbella lanceolata* var. *fossilis* PANT., *C. leptoceros* GRUN., *C. ventricosa* GRUN., *Gomphonema bohemicum* REICH., *G. olivaceum* KUTZ., *Pinnularia major* KUTZ., *P. scytica* PANT. (Hajos, Rehakova, 1974).

Paleoclimatic interpretations using floral assemblages are generally based on species with known temperature affinities. In contrast to other plankton groups, many diatom species are relatively long ranging. Therefore, the known ecologic distribution of living long-ranging species may be used to interpret paleoenvironments (Barron, 1973, 1983).

Using the abundance peaks of marine taxa recorded in the diatom assemblage of Indo-Pacific type recorded in Carand section, two moments of north-boreal influence were pointed out: the first, in the Upper Volhynian supported by a level enriched in *Biddulphia aurita* LYNGB. and the second one, at the upper part of Basarabian deposits, supported by the abundance of *Thalassiothrix longissima* CL. Some warm water indicators taxa were also recorded: *Thalassionema nitzschioides* GRUN., *Thalassiosira decipiens* GRUN., *Coscinodiscus stellaris* ROPER.

Acknowledgements

I would like to express all my gratitude to Dr. Paulian Dumitrică who kindly offered me his Carand slides collection and also encouraged my studies on diatoms. I would like to thank also Dr. Gh. Popescu for helpful discussions concerning Paratethys Middle Miocene biostratigraphy and for critical review of the manuscript.



țumiri domnului Dr. Gh. Popescu pentru discuțiile deosebit de utile privind biostratigrafia Miocenului Mediu din domeniul Paratethys și de asemenea pentru revizuirea critică a manuscrisului.

References

- Abbott, W. (1979) Middle Miocene marine diatoms from the Hawthorn Formation within the Ridgeland, South Carolina and Georgia. *Micropal.*, 25, 3, p. 225-271.
- Andrews, G. (1976) Miocene marine diatoms from the Choptank Formation, Calvert County, Maryland. Geol Survey Prof. Paper no. 910, p. 1-25.
- Barron, J. (1973) Late Miocene-Early Pliocene paleotemperatures for California from marine diatom evidence. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.*, 14, p. 277-291.
- (1975) Late Miocene-Early Pliocene marine diatoms from Southern California. *Paleontographica*, 151, 4-6, p. 97-170.
- (1976) Revised Miocene and Pliocene diatom biostratigraphy of Upper Newport Bay, California. *Marine Micropal.*, 1, p. 27-63.
- (1981) Late Cenozoic Diatom biostratigraphy and paleoceanography of the Middle Latitude Eastern North Pacific. In *Rep. of D.S.D.P.*, 63, p. 150-538.
- (1983) Paleotemperature oscillations in the Middle and Late Miocene of the North-Eastern Pacific. *Micropal.*, 29, 2, p. 150-181.
- (1985) Late Eocene to Holocene Diatom Biostratigraphy of the Equatorial Pacific Ocean, Leg. 85. In *Rep. D.S.D.P.*, 85, p. 413-945.
- Dumitrică, P., Papaianopol, I. in Marinescu et al. (1977) Raport, Arh. I.G.R.
- Hajos, M. (1968) Die Diatomeen der Miozänen-Ablagerungen des Matravorlandes. *Geol. Hungarica. Ser. Paleontologica*, 37, p. 1-401.
- , Rehakova, Z. (1974) Fossile Diatomeen des Sarmats s. str. aus der Tschechoslovakei und Ungarn. *Chronostratigraphic and Neostratotypen.*, 5, p. 516-546.
- (1986) Stratigraphy of Hungary's Miocene Diatomaceous Earth deposits. *Geol. Hungarica, Ser. Paleont.*, p. 1-217.
- Jurilj, A. (1957) Flora of diatoms of Sarmatic Sea in Environs of Zagreb. *Acta Biologica*, I, p. 1-150.
- Pantocsek, J. (1886, 1889) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Bacillarien Ungarns. Nagy-Tapolcsany, Julius Platzko, part. I, p. 1-75, pl. 1-30; 1886: part 2, p. 1-122, pl. 1-30.
- Peragallo, Mm. H. et M. (1897-1908) Diatomees marines de France et des districts maritimes voisins. Ed. M. J. Tempere. p. 1-491, pl I-CXXXVI.
- Popescu, Gh. (1974-1975) Phylogenetic remarks on the genera *Candorbulina*, *Velapertina* and *Orbulina*. *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, LXII, p. 161-167, București.
- Schrader, H. J. (1974) Cenozoic marine planktonic diatom stratigraphy of the tropical Indian- Ocean. In *Rep. D.S.D.P.*, 24, p. 887-967.
- Temniskova-Topalova, D. (1982) Sarmatian diatoms from the Western parts of the Eastern Paratethys, Baltchik, North-Eastern Bulgaria. *Acta geol Acad. Sci. Hung.*, 25, p. 65-84.



STUDIUL NANNOFOSILELOR CALCAROASE DIN FORMAȚIUNEA DE SINAIA (PÂNZA DE CEHLĂU, CARPAȚII ORIENTALI) CALCAREOUS NANNOFOSSILS FROM THE SINAIA FORMATION (CEHLĂU NAPPE, EASTERN CARPATHIANS)

M. MELINTE

Pentru identificarea nannofosilelor calcaroase din Formațiunea de Sinaia au fost studiate mai multe secțiuni din Bazinul Văii Prahovei (Pânza de Ceahlău, Digația de Bratocea).

Asociațiile de nannoplancton calcaros identificate conțin pe lângă specii tethysiene și cosmopolite și specii boreale.

Zonele de nannofosile observate acoperă intervalul Tithonic inferior - Hauterivian inferior.

Următoarele zone caracteristice nannofosilelor au fost identificate:

- *Conusphaera mexicana*, autor THIERSTEIN, 1975, emend. MELINTE, 1992.

Vârsta: Tithonic inferior.

Această zonă corespunde părții inferioare a Membrului de Prefliș (membrul inferior al Formațiunii de Sinaia).

Speciile cosmopolite de nannoplancton calcaros (*Watznaueria barnesae*, *Vekshinella quadriarcula*, *Zeugrhabdothus erectus*, *Stephanolithion bigotii* s.s.) sunt rare, ca și speciile tethysiene (*Cyclagelosphaera deflandrei*, *Conusphaera mexicana mexicana*, *Conusphaera mexicana minor*).

- *Polycostella beckmannii*, autor ROTH et al., 1984, emend. MELINTE, 1992.

Vârsta: Tithonic superior.

Această zonă corespunde părții superioare a Membrului de Prefliș.

Rare specii tethysiene ca: *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Conusphaera mexicana mexicana*, *Polycostella beckmannii*, *Nannoconus steinmannii minor*) au fost identificate, în timp ce speciile cosmopolite, în special cele aparținând genurilor *Ellipsagelosphaera* și *Cyclagelosphaera* au o frecvență remarcabilă.

- *Nannoconus steinmannii*, autor COOPER, 1984, emend. MELINTE, 1992.

Vârsta: Berriasian inferior (partea inferioară).

Această zonă nannofloristică a fost determinată din partea terminală a Membrului de Prefliș.

Speciile aparținând genurilor tethysiene *Conusphaera* și *Nannoconus* sunt comune, la fel ca și speciile cosmopolite.

- *Micrantholithus obtusus*, autor MELINTE, 1992.

Several sections from the Sinaia Formation from the Valea Prahovei Basin (Ceahlău Nappe, Bratocea Bid, Eastern Carpathians) have been studied calcareous nannoplankton point of view.

The nannoflora association contains besides cosmopolitan and tethyan species also boreal ones.

The identified calcareous nannoplankton zones correspond to the Lower Tithonian - Lower Hauterivian interval.

The following nannofossil zones have been observed:

- *Conusphaera mexicana* zone, author THIERSTEIN, 1975, emend. MELINTE, 1992.

Age: Early Tithonian.

This zone was identified from the lower part of the Preflysch Member (the lower member of the Sinaia Formation). The cosmopolitan calcareous nannoplankton species (*Watznaueria barnesae*, *Vekshinella quadriarcula*, *Zeugrhabdothus erectus*, *Stephanolithion bigotii* s.s.) are rare, as well as the tethyan ones (*Cyclagelosphaera deflandrei*, *Conusphaera mexicana mexicana*, *Conusphaera mexicana minor*).

- *Polycostella beckmannii* zone, autor ROTH et al., 1984, emend. Melinte, 1992.

Age: Upper Tithonian.

This zone covers the upper part of the Preflysch Member.

Rare tethyan species as: *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Conusphaera mexicana mexicana*, *Polycostella beckmannii*, *Nannoconus steinmannii minor*) were observed, while the cosmopolitan species, especially those belong to the *Ellipsagelosphaera* and *Cyclagelosphaera* genera have a remarkable frequency.

- *Nannoconus steinmannii* zone, autor COOPER, 1984, emend. MELINTE, 1992.

Age: early Early Berriasian.

This nannoflora zone was identified from the uppermost part of the Preflysch Member.

The species of the tethyan genera *Conusphaera* and *Nannoconus* are common, as well as the cosmopolitan species.

- *Micrantholithus obtusus* zone, autor MELINTE, 1992.



Vârsta: Berriasian inferior (partea superioară) – Berriasian superior (partea inferioară).

Această zonă a fost identificată la partea inferioară a Membrului de Fliș grezos-șistos (membrul median al Formațiunii de Sinaia).

În asociațiile nannofloristice speciile tethysiene (*Nannoconidele*, *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Conusphaera mexicana*) au o frecvență remarcabilă. Comune până la frecvențe sunt și speciile cosmopolite (*Micrantholithus obtusus*, *Micrantholithus hoschulzii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Watznaueria barneasae*, *Ellipsagelosphaera britannica*).

– *Cretarhabdus angustiforatus*, autor MELINTE, 1992.

Vârsta: Berriasian superior (partea superioară) – Valanginian inferior (partea inferioară).

Această zonă nannofloristică a fost identificată, ca și cea precedentă, la partea inferioară a Membrului de Fliș grezos-șistos.

Este de menționat remarcabila frecvență a speciilor tethysiene aparținând genului *Nannoconus*, împreună cu alte specii caracteristice Tethysului (*Conusphaera mexicana mexicana*, *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Crucellipsis cuvillieri*). Taxonii cosmopoliți sunt foarte rari sau absenți în cadrul acestei zone.

– *Speetonia colligata*, autor MELINTE, 1992.

Vârsta: Valanginian inferior (partea superioară) – Valanginian superior (partea inferioară).

Această zonă a fost identificată la partea superioară a Membrului de Fliș grezos-șistos.

Speciile tethysiene sunt rare, în timp ce speciile cosmopolite sunt abundente.

În aceasta zonă au fost identificate câteva specii boreale ce apar cu o frecvență redusă: *Micrantholithus spaetonensis*, *Crucibiscutum salebrosum*, *Tegumentum striatum*.

Prezența lor dovedește existența unui influx boreal în timpul Valanginianului superior. Este de menționat că în același interval nannoflora caracteristică Tethysului a fost observată în domeniul Boreal (Mutterlose, 1992).

– *Calcicalathina oblongata*, autor THIERSTEIN, 1973.

Vârsta: Valanginian superior (partea superioară) – Hauterivian inferior (partea inferioară).

Această zonă a fost identificată la partea superioară a Membrului de Fliș grezos-șistos al Formațiunii de Sinaia.

Speciile tethysiene (*Calcicalathina oblongata*, *Crucellipsis cuvillieri*, *Conusphaera mexicana s.s.*), precum și speciile genului *Nannoconus* sunt frecvente ca și cele cosmopolite.

– *Lithraphidites bollii*, autor THIERSTEIN, 1973.

Age: late Early Berriasian – early Late Berriasian.

This zone was identified from the lower part of the Sandy-Shaly Flysch Member (the Middle member of the Sinaia Formation).

The Nannoconids as well as *Conusphaera mexicana s.s.*, *Cyclagelosphaera deflandrei* are very frequent and the cosmopolitan species (*Micrantholithus obtusus*, *Micrantholithus hoschulzii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Watznaueria barneasae*, *Ellipsagelosphaera britannica* are also frequent or common in the calcareous nannoplankton assemblages.

– *Cretarhabdus angustiforatus* zone, author MELINTE, 1992.

Age: late Late Berriasian – early Early Valanginian.

This nannoflora zone characterised also the lower part of the Middle member of the Sinaia Formation.

It is to mention the remarkable development in specificity and also in abundance of the species of *Nannoconus*, together with other tethyan species (*Conusphaera mexicana mexicana*, *Cyclagelosphaera deflandrei*, *Crucellipsis cuvillieri*). The cosmopolitan taxa are very rare or even absent.

– *Speetonia colligata* zone, author MELINTE, 1992.

Age: late Early Valanginian – early Late Valanginian.

This zone was identified from the upper part of the Sandy-Shaly Flysch Member.

The tethyan species are rare, while the cosmopolitan ones are abundant.

Within this zone rare boreal species *Micrantholithus spaetonensis*, *Crucibiscutum salebrosum*, *Tegumentum striatum* were identified. Their presence prove the existence of a boreal influence during the Upper Valanginian. It is to mention that at the same interval tethyan nannoflora was observed in the Boreal Domain (Mutterlose, 1992).

– *Calcicalathina oblongata* zone, author THIERSTEIN, 1973.

Age: latest Valanginian – early Early Hauterivian.

This zone was identified from the upper part of the Middle member of the Sinaia Formation.

The tethyan species (*Calcicalathina oblongata*, *Crucellipsis cuvillieri*, *Cyclagelosphaera deflandrei* and the species of the genera *Conusphaera* and *Nannoconus*) are frequent as well as the cosmopolitan ones.

– *Lithraphidites bollii* zone, author THIERSTEIN, 1973.



Vârsta: Hauterivian inferior (partea inferioară).

Această zonă nanofloristică a fost identificată în Membrul cu *Lamellaptychus angulocostatus*, membrul superior al Formațiunii de Sinaia.

Speciile tethysiene sunt la fel de frecvente ca și cele cosmopolite.

În concluzie, asociații nanofloristice caracterizând intervalul Tithonic inferior-Hauterivian inferior au fost identificate în Formațiunea de Sinaia.

Aceste asociații conțin specii tethysiene și cosmopolite. În partea inferioară a Valanginianului superior au fost identificate și specii caracteristice Domeniului Boreal.

Age: late Early Hauterivian.

This zone was identified from the *Lamellaptychus angulocostatus* Member (upper part of the Sinaia Formation).

The tethyan species are as frequent as the cosmopolitan ones.

In conclusion, a nanoflora characterised the Lower Tithonian - Lower Hauterivian interval has been identified from the Sinaia Formation.

The calcareous nannoplankton assemblages contain both tethyan and cosmopolitan species. From the Upper Valanginian some boreal species were also observed.

Fig.

Distribuția nannoplanctonului calcaros în Stratele de Sinaia

Litologie: a - Strate de Azuga; b - accidente silicioase; c - breccii; d - gresii; e - marne și argile; f - marno-calcare; g - frecvența nanofosilelor (g₁ - rare; g₂ - comune; g₃ - abundente).

Specii de nannoplancton calcaros:

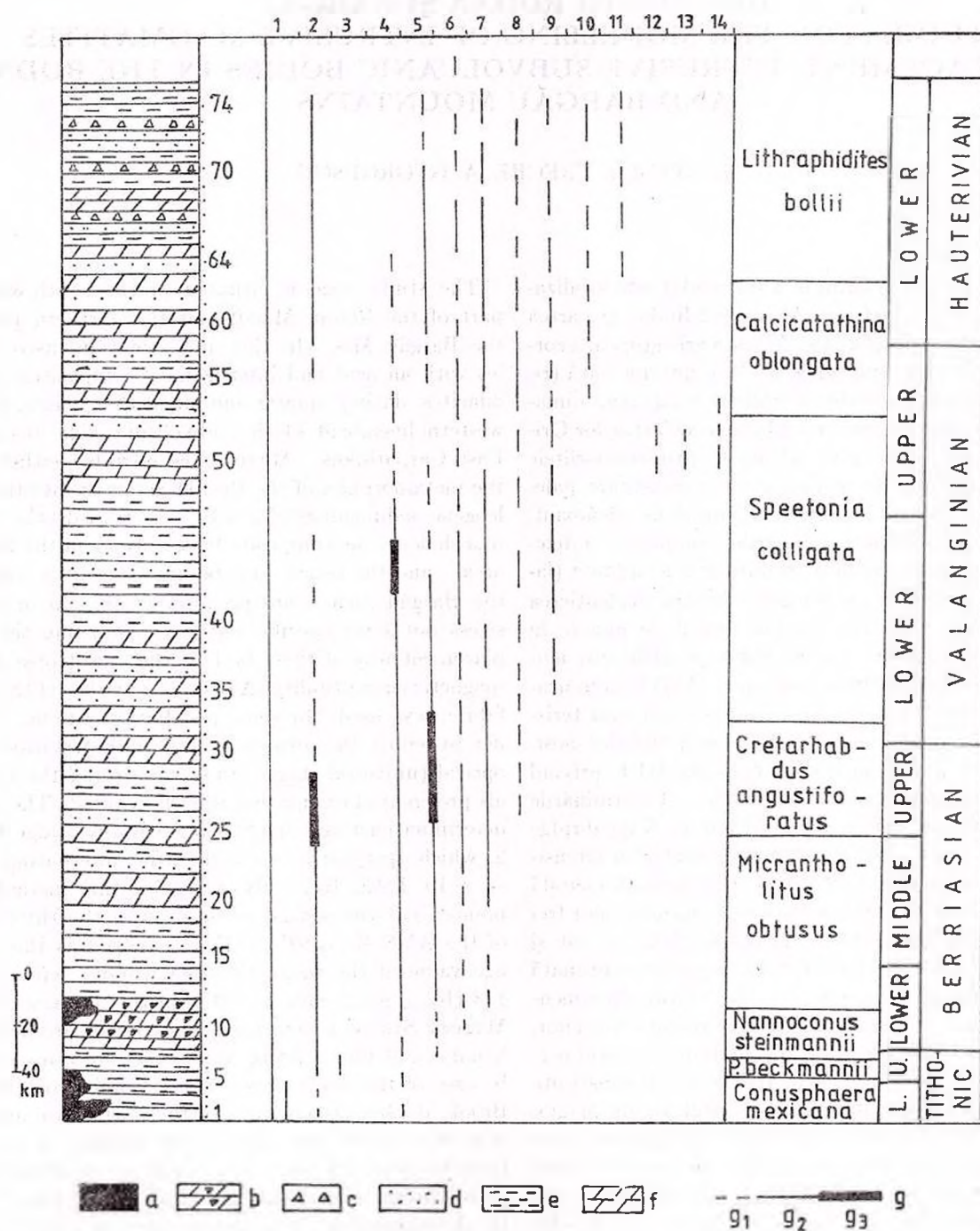
- Calcareous nannoplankton distribution from the Sinaia Formation

Litology: a - Azuga Strata; b - cherts; c - breccia; d - sandstones; e - clays and marls; f - marly-limestones; g - the relative frequency of the nanofossils (g₁ - rare; g₂ - common; g₃ - abundant).

The index calcareous nanofossils species:

- 1 - *Conusphaera mexicana minor* (TREJO) BRALOWER
- 2 - *Conusphaera mexicana mexicana* TREJO
- 3 - *Polycostella beckmannii* PERCH-NIELSEN
- 4 - *Cyclagelosphaera deflandrei* (MANIVIT) ROTH
- 5 - *Nannoconus steinmannii steinmannii* KAMPTNER
- 6 - *Lithraphidites carniolensis* DEFLANDRE
- 7 - *Micrantholithus obtusus* STRADNER
- 8 - *Cretarhabdus angustiforatus* (BLACK) BUKRY
- 9 - *Spectonia colligata* BLACK
- 10 - *Calcicalathina oblongata* (WORSLEY) THIERSTEIN
- 11 - *Lithraphidites bollii* THIERSTEIN
- 12 - *Crucibiscutum salebrosum* (BLACK) JAKUBOWSKI
- 13 - *Micrantholithus spectonensis* PERCH-NIELSEN
- 14 - *Tegumentum striatum* (BLACK) TAYLOR





CERCETĂRI PENTRU MODELAREA PROCESELOR DE PUNERE ÎN LOC A MAGMATITELOR INTRUSIVE: CORPURI SUBVULCANICE INTRUSIVE DIN MUNȚII RODNA ȘI BÂRGĂU

STUDIES FOR THE MODELLING OF INTRUSIVE MAGMATITES EMPLACEMENT: INTRUSIVE SUBVOLCANIC BODIES IN THE RODNA AND BÂRGĂU MOUNTAINS

E. NIȚOI, I. URECHE, A. GEORGESCU

Zona la care ne referim în acest studiu este localizată în partea sud-vestică a Masivului Rodna și partea nordică a Munților Bârgău. Această arie grupează corpuri intrusiv cu compoziție acidă și intermediară (riodacite, dacite, andezite cuarțifere) ce aparțin alinamentului vestic al zonei subvulcanice a Carpaților Orientali. Magmatitele sunt intruse fie în metamorfitele Seriei de Bretila, fie în depozitele sedimentare paleogene. Din punct de vedere al formei de zăcământ, remarcăm predominarea corpurilor complexe: a dikeurilor în zona Rodna și a corpurilor concordante (lacolite, sill-uri) în zona Bârgău. Pentru evidențierea unor trăsături specifice privind modul de punere în loc a acestor corpuri ne-am bazat pe utilizarea anizotropiei susceptibilității magnetice (AMS), ca indicator al fabricului rocilor. În câteva situații caracteristice, pentru a restrânge câmpul interpretărilor posibile, s-a recurs la un studiu optic la MUF privind orientarea preferențială a mineralelor. Determinările pentru AMS au fost făcute utilizând un Kappabridge KLY-2, ce funcționează în câmp alternativ cu intensitate scăzută (4×10 T, 920 Hz). Prin această metodă s-a pus în evidență atât orientarea spațială a celor trei axe ale elipsoidului AMS $K_{max} > K_{int} > K_{min}$, cât și valoarea medie a susceptibilității magnetice exprimată prin $1/3 (K_{max} + K_{int} + K_{min})$. În cadrul aliniamentului am luat în discuție structura Măgura Sturzilor, corpurile din Valea Vinului și p. Băilor. În cazul corpurilor din Valea Vinului și p. Băilor au fost construite stereograme de densitate a fenocristalelor de plagioclaz și biotit. Aceste stereograme, adăugate la stereogramele fisurilor endocinetice și coroborate cu datele de ordin petrografic, mineralogic și geochimic, ne-au condus la determinarea direcției de injecție a dike-ului din Valea Vinului și a modului de punere în loc a corpului microdioritic din p. Băilor. Ținând cont și de criteriul petrofizic, am putut trage o concluzie generală și anume: corpurile intrusiv din Valea Vinului și p. Băilor au în general direcții de punere în loc a magmei foarte inclinate $60-75^\circ$ (dike-urile din Valea Vinului) sau verticale (corpul microdioritic din p. Băilor).

The study zone is situated in the south-western part of the Rodna Massif and the northern part of the Bârgău Mts. In this area occur intrusive bodies with an acid and intermediary composition (rhyodacites, dacites, quartz andesites) that belong to the western lineament of the subvolcanic zone from the East Carpathians. Magmatites intruded either into the metamorphics of the Bretila Series or into the Paleogene sedimentary deposits. As regards the body morphology, the composite bodies-dykes in the Rodna area – and the concordant bodies (laccoliths, sills) in the Bârgău area – are predominating. In order to stress out some specific features concerning the emplacement way of these bodies, the anisotropy of the magnetic susceptibility (AMS), as a marker of the rock fabric, was used. In some peculiar situations, in order to reduce the area of possible interpretations, an optical (universal stage) study concerning the minerals preferential orientation was effectuated. The AMS determinations were made using a Kappabridge KLY-2, which operates in a low-intensity alternating field (4×10 T.920 Hz). By means of this method we pointed out the spatial orientation of the three axes of the AMS $K_{max} > K_{int} > K_{min}$, as well as the average value of the magnetic susceptibility represented $1/3 (K_{max} + K_{int} + K_{min})$. Within this lineament, the Măgura Sturzilor structure, the bodies from Valea Vinului and Băilor Brook were taken into discussion. In case of the bodies from Valea Vinului and Băilor Brook, density stereograms of the plagioclase and biotite were drawn up. These stereograms, as well as those of the endokinetic fissures and corroborated with petrographic, mineralogic and geochemical data, led to the determination of the injection direction of the dyke from Valea Vinului and of the way of emplacement of the microdioritic body from Băilor Brook. Considering also the petrophysical criterion, one can infer that the intrusive bodies from Valea Vinului and Băilor Brook display dips of $60-75^\circ$ (dykes from Valea Vinului), or vertical microdioritic body from Băilor Brook directions of magma emplacement. The emplacement me-



Mecanismul de punere în loc a acestora ține cont de natura formațiunilor care le cantonează și de aceea se apropie mult de modelul "Bingham" (particulele rigide aflate în "zona tampon" au un cu totul alt regim de mișcare, comparativ cu cele situate în exteriorul său). Cercetarea corpurilor intrusive prin metoda anizotropiei susceptibilității magnetice și folosirea ei ca indicator al fabricului rocilor pe lângă "metodele clasice", poate fi extinsă și asupra altor roci cum ar fi de exemplu grănitele.

chanism depends on the nature of the host formations and therefore it resembles much the "Bingham" model (rigid particles from the "buffer zone" display a different kinetic regime as compared with those situated outside it. The study of intrusive bodies by means of magnetic susceptibility anisotropy method and its use as a marker of the rock fabric, beside the "classical methods" can be also tried for other rock types, such as granites.



MAGMATITELE ALCALINE ȘI SUBALCALINE JURASICE DIN DANUBIANUL INTERN; GEOCHIMIE ȘI EVOLUȚIE

JURASSIC ALKALINE AND SUBALKALINE MAGMATITES FROM THE INNER DANUBIAN DOMAIN: GEOCHEMISTRY AND EVOLUTION

D. RUSSO-SĂNDULESCU, C. UDRESCU, M. STOIAN

Pânza de Arjana extinsă fragmentar pe cca 35 km N-S și cca 20 km E-W, în cadrul Dacidelor marginale (Carpații Meridionali) de la nord de Vf. Căleanu-Țarcu până în sud, în Vf. Arjana este alcătuită din formațiuni jurasice și cretacice aparținând părții celei mai interne a domeniului Danubian.

În cadrul pânzei au fost deosebite două unități denumite de noi unitatea de "Valea Craiului-Feneș" la partea inferioară și unitatea de "Arjana s.s." la partea superioară, fiecare dintre ele conținând complexe magmatice cu caractere petro-mineralogice, geochemice și de evoluție magmatică aparte (Fig. 2). Dificultățile de modelare a activității magmatismului jurasic din arealul domeniului de Arjana se datorează în bună parte fenomenelor aproape generalizate de metamorfism hidrotermal de tip fund oceanic, rocile având frecvent aspectul unor metabazite în faciesul de tranziție pumpellyit-șisturi verzi. Totodată, în zonele de tectonizare puternică (plane de șariaj) pe lângă deformări, laminări și șistozări apar cristalizări, de preferință ale masci fundamentale și blastează de actinolit, alături de pumpellyit, clorit și epidot, parte din ele moștenite.

În unitatea de "Arjana s.s." alcătuită din mai multe subunități (solzi ?) este descrisă o formațiune vulcano-sedimentară în care magmatitele sunt reprezentate de curgeri de bazalte și tufuri bazice ca și de elemente salice alcaline în roci epiclastice. După poziția stratigrafică și preponderența rocilor vulcanice sau epiclastitelor, intercalate între sedimentele jurasice și cretacice au fost descrise cinci complexe vulcano-sedimentare: de Izvoarele Bistrei; de Izvorul Șucului; de Piatra Dracilor; de Plaiul Vârciorovei; de Obârșia Râului Rece.

Unitatea de "Valea Craiului-Feneș" este situată sub cea de "Arjana s.s." și peste unitatea de Ohaba (termen complex cuprinzând mai multe unități cu formațiuni mezozoice, paleozoice și soclu cristalin - Năstăseanu et al., 1988 - sau granitoidele de Muntele Mic. Caracterele aparte ale unității de "valea Craiului-Feneș" sunt date de prezența formațiunilor jurasice (gresii, siltite și filite negre cu grosimi mari) cu intercalații subțiri decimetrice de tufuri bazice, în care

The Arjana Nappe, fragmentarily extended over ca. 35 km N-S and ca. 20 km E-W within the marginal Dacides (South Carpathians) from the north of the Călimani-Țarcu Peak to the south, in the Arjana Peak, consists of Jurassic and Cretaceous formations belonging to the innermost part of the Danubian Domain.

Two units were distinguished within this nappe, named the "Valea Craiului-Feneș" Unit at the lower part, and the "Arjana s.s." Unit at the upper part. Each unit contains magmatic complexes exhibiting special petro-mineralogical, geochemical and magmatic evolution characteristics (Fig. 2). The difficult modelling of the Jurassic magmatism activity in the zone of the Arjana Domain is mostly due to the almost generalized ocean floor type hydrothermal metamorphism phenomena, the rocks displaying often the aspect of some metabasites in the pumpellyite-greenschists transition facies. Also, in the strong tectonization zones (overthrust planes), in addition to deformations, laminations and schistositities, crystallizations, mainly of the groundmass, and actinolite blastesis, alongside with pumpellyite, chlorite, epidote, some of them inherited, occur.

Within the "Arjana s.s." Unit consisting of several subunits (scales?) a volcano-sedimentary formation is described, in which magmatites are represented by basalt flows and mafic tuff as well as by alkaline salic elements in the epiclastic rocks. According to the stratigraphic position and the prevalence of the volcanic rocks or epiclastics, intercalated between the Jurassic and Cretaceous sediments five volcano-sedimentary complexes were described as follows: Izvoarele Bistrei Complex, Izvorul Șucului Complex, Piatra Dracilor Complex, Plaiul Vârciorovei Complex, Obârșia Râului Rece Complex.

The "Valea Craiului-Feneș" Unit underlies the "Arjana s.s." Unit and overlies the Ohaba Unit (complex term comprising several units with Mesozoic, Paleozoic formations and crystalline basement - Năstăseanu et al., 1988) or the Muntele Mic granitoids. The special characteristics of the "Valea Craiului-Feneș" Unit are given by the presence of the Jurassic formations



sunt cantonate numeroase "corpuri" de roci salice alcaline reprezentate de curgeri trahitice fragmentate și budinate sau de echivalente intrusive - sienite și dolerite alcaline.

Studiul geochimic al magmatitelor bazice și salice din cele două unități descrise a relevat caracterul predominant alcalin (fig.1) atât pentru termalii bazici (bazalte alcaline și basanite cu olivină > 10 %) cât și pentru cei salici (trahite, riolite alcaline și în parte unii termeni intermediari-trahiandezite).

Investigațiile asupra elementelor incompatibile și rapoartele dintre acestea, ca și proiectarea lor în diferite diagrame de discreminare au relevat faptul că magmatismul jurasic alcalin din domeniul Arjana s-a manifestat într-un context geotectonic de intraplață. Sursa magmei pentru bazaltele din formațiunea vulcano-sedimentară (unitatea de "Arjana s.s.") a fost apreciată ca fiind de tip "Enriched MORB source" (raportul $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,702-0,704$). Pentru tufurile bazice din unitatea de "valea Craiului-Feneș" sursa magmelor pare a fi suferit influențe crustale, iar unii termeni intermediari, trahiandezitici, este posibil să fi provenit prin cristalizare fracțională.

Mai greu de explicat este sursa magmatitelor salice, roci care pe diagramele de variație nu prezintă relații de filiație directă (ca fiind provenite prin cristalizare fracțională) din magmele bazice. Raportul $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,704-0,706$ măsurat în trahite și sienite invocă de asemenea o contaminare crustală.

Ceea ce este însă relevant pentru lipsa de filiație de la bazalte la trahite este vârsta acestora din urmă, care apar ca galeți în epiclastite (deci trahitele erau deja supuse eroziunii) în timp ce activitatea vulcanică (curgerile de bazalte) era în plină desfășurare. Concluziile studiului geochimic vin astfel în completarea observațiilor geologice, conducând în mod necesar la un model retrotectonic cu un domeniu de tip rift intracontinental, în timpul Jurasicului superior-Cretacic inferior.

(sandstones, very thick black siltites and phyllites) with thin, decimetric, mafic tuff interbeds, in which numerous alkaline salic rock "bodies" are hosted, represented by fragmented and boudined trachytic flows or their intrusive equivalents-alkaline syenites and dolerites.

The geochemical study of the mafic and salic magmatites in the two units described reveals the prevalently alkaline character (Fig. 1) both for the mafic terms (alkaline basalts and olivine basanites > 10 %) and for the sodic ones (trachytes, alkaline rhyolites and partly some intermediary terms-trachyandesites).

The investigations of the incompatible elements and the relationships among these as well as their plotting on various discriminating diagrams revealed the fact that the alkaline Jurassic magmatism from the Arjana Domain manifested in an intraplate geotectonic context. The magma source for the basalts from the volcano-sedimentary formation ("Arjana s.s." Unit) was considered to be of "Enriched MORB source" type (the Sr^{87}/Sr^{86} ratio = 0.702-0.704). In the case of the mafic tuff from the "Valea Craiului-Feneș" Unit the magmatic source seems to have undergone crustal influences, and some intermediary terms-trachyandesites-might have formed through fractional distillation.

It is more difficult to explain the source of the salic magmatites, rocks which do not show direct filiation relationship on the variation diagrams (as formed through fractional crystallisation) from the basic magmas. The Sr^{87}/Sr^{86} ratio = 0.704-0.706, measured within trachytes and syenites, also indicates such a crustal contamination. The lack of filiation from basalts to trachytes is revealed by the age of the latter, which occur as pebbles in epiclastics (therefore trachyte was already affected by erosion) while the volcanic activity (basalt flows) was taking place at a great intensity. Thus the conclusions of the geochemical study complete the geological observations, leading necessarily to a retrotectonic pattern, with an intracontinental rift type domain during the Upper Jurassic-Lower Cretaceous.

References

- Năstăseanu, S., Iancu, V., Russo-Săndulescu, D. (1988) Schema preliminară a unităților structurale din bazinele văilor Bela Reca și Răul Rece. *D.S.Inst.Geol.Geofiz.*, 72-73/5, p. 171-179, București.



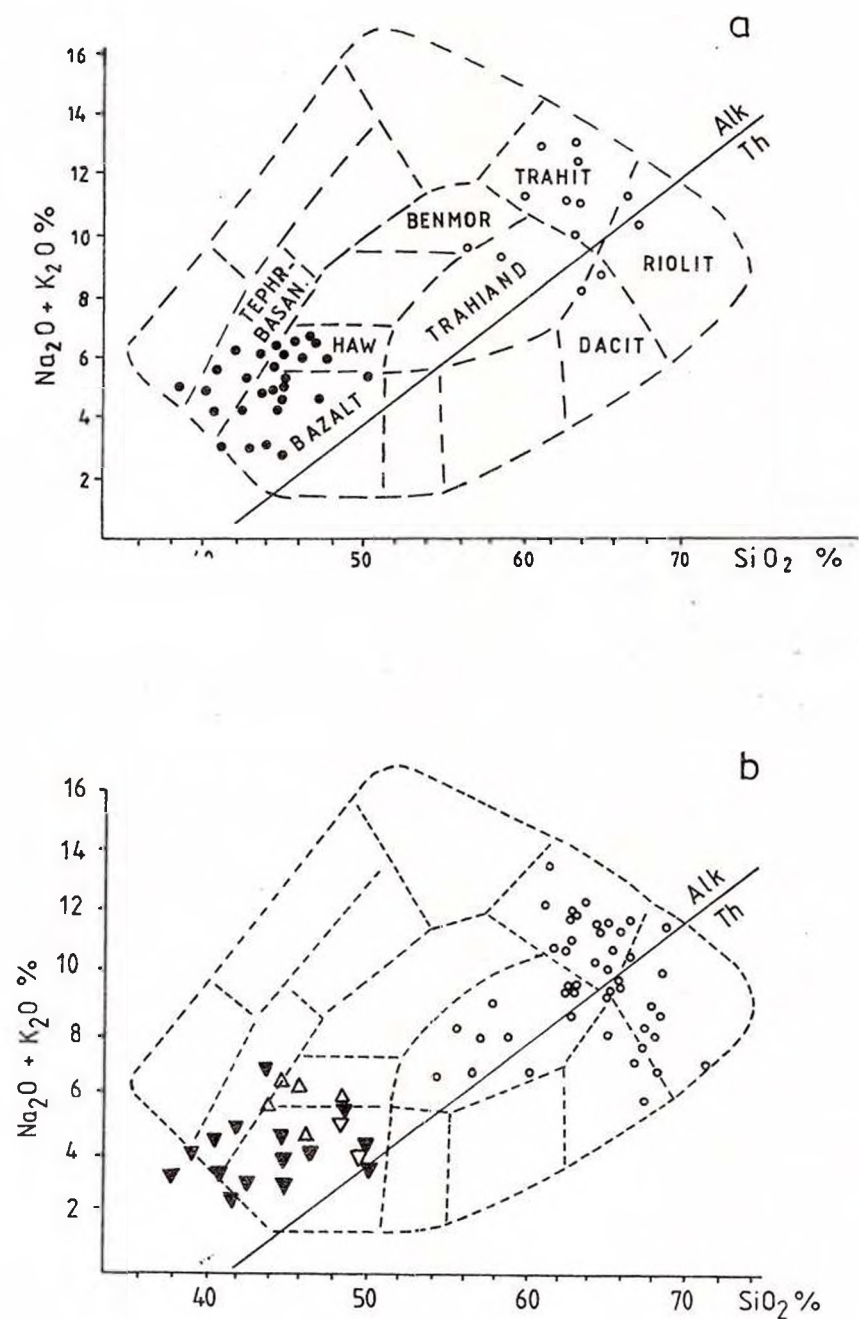


Fig. 1

Diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$: magmatite din unitatea de Arjana s.s. (a) și din unitatea de "Valea Craiului-Feneș" (b).
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ diagram: magmatites from the Arjana s.s. Unit (a) and the "Valea Craiului-Feneș" Unit (b).

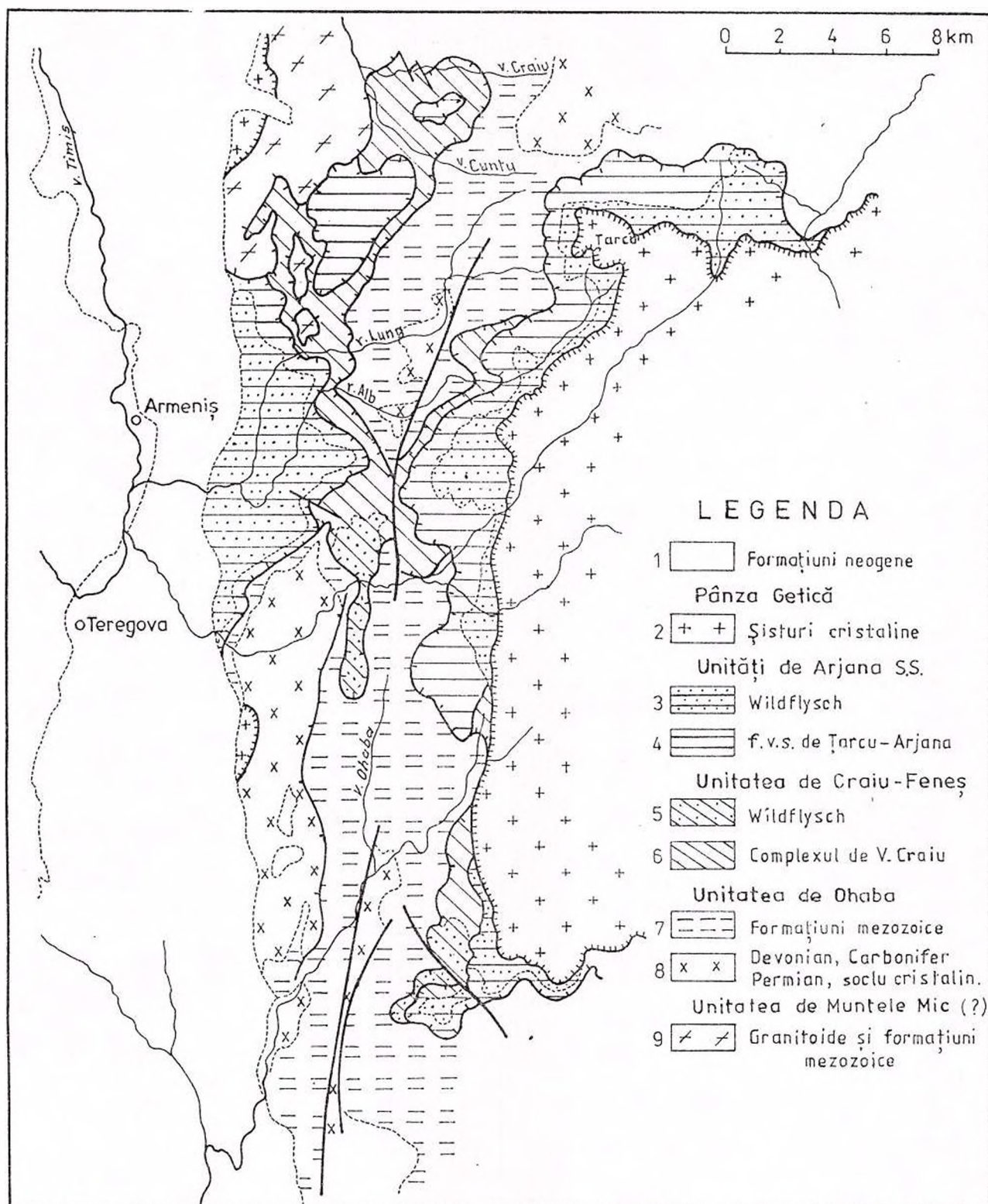


Fig. 2

Tectonic sketch in the Arjana Nappe Zone (scale 1:200.000): 1, Neogene formations; 2, crystalline schists (Getic Nappe); 3,4, Arjana s.s. Units: 3, wildflysch; 4, Țarcu-Arjana volcano-sedimentary formations; 5,6, "Valea Craiului-Feneș" Unit: 5, wildflysch; 6, Valea Craiului Complex; 7,8, Ohaba Unit: 7, Mesozoic formations; 8, Devonian, Carboniferous, Permian, crystalline basement; 9, Muntele Mic Unit (?): Mesozoic granitoids and formations.



STUDIUL MAGMATITELOR FILONIENE DIN SERIILE CRISTALINE ALE CARPAȚILOR MERIDIONALI STUDY ON THE VEIN-LIKE MAGMATITES FROM THE DANUBIAN CRYSTALLINE SERIES OF THE SOUTH CARPATHIANS

C. VIERU, C. VIERU, T. STOIAN, A. DOBRESCU, V. TOMOȘOIU,
M. STOIAN, G. GRABARI, I. TIEPAC

Complexul filonian ce străbate seria cristalofiliană de Lainici-Păiuș și granitoidele asociate este alcătuit din roci de compoziție granodioritică, dioritică și, cu totul subordonat, din lamprofire. Acestea apar sub formă de dyke-uri, filoane și corpuri elipsoidale de dimensiuni reduse, în general concordante cu structurile cristaline. Întreaga suită este puternic afectată de un metamorfism dinamic, gradul de afectare crescând odată cu apropierea de contactul tectonic cu seria de Drăgășan și spre sectoarele estice ale masivului Vâlcău.

Majoritatea rocilor prezintă structuri porfirice, impregnate de dezvoltarea fenocristalelor de plagioclaz și a melanocratelor, fiind intruse în condiții hipabisice. În cadrul rocilor de compoziție dioritică au putut fi distinse și varietăți cuarțifere, iar spectrul lamprofiric se reduce numai la prezența spessartitelor și, mai rar, a rocilor kersantitice.

Calculul normei C.I.P.W. și proiectarea în diagrama QAP arată plasarea magmatitelor filoniene în câmpul granodioritelor și al monzodioritelor cuarțifere. Întreaga suită filoniană prezintă un caracter calcoalcalin, magmele din care acesta provine având o tendință predominant sodică, cu excepția corpurilor din bazinul văii Sohodol. În ceea ce privește conținuturile în elemente minore, acestea arată valori normale pentru tipurile petrografice respective, valori ridicate ale stronțului și rubidiului înregistrându-se în petrotipurile cu tendință potasică.

Conținuturi foarte ridicate în thoriu, comparabile cu cele determinate pe granitoide de tip Tismana, au fost puse în evidență în aceleași tipuri de roci. Curbele de distribuție a pământurilor rare comportă o pantă redusă pentru rocile de natură granodioritică, ceea ce denotă slabe procese de diferențiere a magmelor primare, spre deosebire de rocile dioritice și corpurile cu tendință potasică din bazinul văii Sohodol.

Distribuția pământurilor rare și valorile raporturilor izotopice conduc la excluderea ideii de diferențiere din masivele granitoide prezente în regiune. Spectrul filonian aparține probabil unei provincii petrogenetice distincte, magmatismul manifestându-se în condițiile unui regim compresiv.

The vein-like complex crossing the Lainici-Păiuș Crystalline Schist Series and the associated granitoids consists of granodiorite, dioritic rocks and only subordinatedly, lamprophyres. These rocks appear as dykes, veins and small-sized ellipsoidal bodies, generally concordant with the crystalline structures. The whole sequence is strongly affected by a dynamic metamorphism, the influence of this metamorphism increasing towards the tectonic contact with the Drăgășan Series and the eastern sectors of the Vâlcău Massif.

Most of the rocks show porphyric textures, determined by the development of the plagioclase phenocrysts and of the melanocrates, being intruded under hypabyssal conditions. Among the dioritic rocks quartz varieties could be distinguished, and the lamprophyres are represented only by spessartites and, more rarely, by kersantites.

The calculation of the C.I.P.W. norm and the plotting on the QAP diagram show that the vein-like magmatites are placed in the granodiorite and quartz monzodiorite field. The whole vein-like sequence has a calc-alkaline character. The magmas determining this character show a dominantly sodium tendency, except for the bodies from the Sohodol Valley basin. As regards the contents in minor elements, they show normal values for the respective petrographic types, high strontium and rubidium values being recorded in the petrotypes of potassium tendency.

The very high thorium contents, close to those determined in the Tismana type granitoids, were pointed out in the same rock types. The distribution curves of the rare earths slowly decrease in the case of the granodioritic rocks, which indicates weak differentiation processes of the primary magmas, unlike the dioritic rocks and the rocks showing a potassium tendency from the Sohodol Valley Basin.

The distribution of the rare earth elements and the values of the isotopic ratios do not support the idea of differentiation from the granitoids present in the region. The vein rocks spectrum probably belongs to a distinct petrogenetic province, the magmatism yielding in the conditions of a compressive regime.



Magmele calcoalcaline, de natură crustală cu tendință sodică, au suferit serioase procese de contaminare, diferențierea în procesul de ascensiune și punere în loc fiind foarte redusă.

The crustal calc-alkaline magmas of sodium tendency underwent serious contamination processes, the differentiation in the ascension and emplacement process being quite reduced.

STUDIUL PETROGRAFIC ȘI VULCANOLOGIC AL TUFURILOR VULCANICE DIN ROMANIA: COMPLEXUL TUFULUI DE DEJ PETROGRAFIC AND VOLCANOLOGIC STUDY OF VOLCANIC TUFFS IN ROMANIA: THE DEJ TUFF COMPLEX

A. SZAKÁCS, I. SEGHEDI

În cursul anului 1993 s-a continuat cercetarea Complexului tufului de Dej în partea nord-vestică a Bazinului Transilvaniei, în sudul depresiunii Baia Mare și în estul bazinului Silvaniei.

Din punct de vedere stratigrafic, Complexul tufului de Dej se încadrează în Badenianul inferior (Langhian). Dacă în secțiunile din nord-vestul Transilvaniei el acoperă întregul Langhian, în sudul bazinului Baia Mare au fost întâlnite numai vulcanoclastite ale complexului aparținând Langhianului superior (zona cu Lagenide).

Se confirmă alcătuirea complexă a "Tufului de Dej", acesta fiind compus din 4 sau 5 secvențe ce prezintă o oarecare regularitate: în baza secvențelor se disting piroclastite de curgere sau echivalentul lor remobilizat, urmate de tufuri de cădere și, apoi, de alternanțe de roci sedimentare și tufuri și/sau tufite. Secvențele sunt, de multe ori, incomplete și nu se corelează de la o ocurență la alta din punctul de vedere al grosimilor și al compoziției secvențiale.

Examenul litologic-petrografic arată prezenta următoarelor categorii majore de roci vulcanoclastice: (1) piroclastite de curgere (ignimbrite nesudate sau slab sudate); (2) depozite de curgeri de debrite, formate pe scama curgerilor piroclastice; (3) piroclastite de cădere (tufuri și lapillite) și (4) tufite. Vulcanoclastitele cu granulație fină se încadrează tipurilor petrografice vitroclastic, cristalo-vitroclastic și vitro-cristaloclastic, pe când cele grosiere sunt lito-cristalo-vitroclastice. Componenta vitroclastică include ponciile, așchiile de sticlă (șarduri) și fragmentele de sticlă vulcanică masivă. Componenta cristaloclastică este alcătuită din fragmente de cristale de cuarț, feldspat plagioclaz, biotit, hornblendă verde, allanit, piroxen, minerale opace, zircon și apatit. Cristaloclastele de feldspat potasic au, de regulă, origine xenocristică (microclin), doar sporadic întâlnindu-se sanidin magmatic.

The investigation of the "Dej tuff complex" was continued during the year 1993 in the northwestern part of the Transylvanian Basin, southern part of the Baia Mare Basin and eastern part of the Silvania Basin.

The stratigraphic position of the Dej tuff complex (DTC) is Lower Badenian (Langhian). While in the northwestern Transylvanian Basin it represents the whole Langhian time, only Upper Langhian (Lagenide zone) volcanoclastics of the DTC were found in the southern Baia Mare basin.

The formerly called "Dej Tuff", has a complex architecture, consisting of 4 to 5 sequences and displaying a certain regularity. Pyroclastic flow deposits, or their reworked equivalents, are found at the base of the sequences, being followed by fallout tuffs and then by interbeds of sedimentary rocks and tuffs and/or tuffites. These sequences are frequently incomplete and, from one occurrence to another, cannot be correlated as regards the thickness and sequential composition.

The lithologic and petrographic study has shown the presence of the following volcanoclastic rock types: (1) pyroclastic flow deposits (unwelded ignimbrites), (2) debris flow deposits originating from pyroclastic flows, (3) fallout pyroclastics (tuffs and lapillites), and (4) tuffites. The fine-grained volcanoclastics can be characterized as vitroclastic, crystallo-vitroclastic and vitro-crystalloclastic, whereas the coarse ones are typically litho-crystallo-vitroclastic. The vitroclastic component includes pumice, vesiculated and massive glass shards. The crystalloclastic component consists of phenocryst fragments of quartz, feldspar, biotite, green hornblende, allanite, pyroxene, opaque minerals, zircon and apatite. Besides sporadic juvenile sanidine, other potash feldspar, such as microcline of xenocrystic origin, was found in places.



Litoclastele sunt reprezentate prin fragmente de roci vulcanice (ignimbrite riolitice sudate, andezite/dacite, roci bazice), fragmente de roci metamorfice (cuartite, micașturi cu sau fără granați), galeți de conglomerate și intraclaste de marno-argile și tufite (badenian inferioare). Rocile conțin adesea și o componentă epiclastică de carbonat (bioclaste), microfosile și carbonat de precipitare chimică care, dacă depășesc 25 % din volumul rocii, conferă depozitelor un caracter tufitic.

Studiul petrochimic întreprins indică compoziția riolitica (nu dacitică sau riodacitică, cum s-a considerat anterior) a piroclastelor Complexului tufului de Dej. Accidental apar și litoclaste de roci eruptive ce prezintă un chimism dacitic.

Local (la Orman) au fost întâlnite vulcanoclastite cu resturi vegetale abundente, indicând o vegetație de uscat higrofilă, dezvoltată la marginea unui bazin de sedimentare.

Interpretările vulcanologice sugerează un vulcanism desfășurat în timpul Langhianului prin erupția secvențială, în cadrul a 4 sau 5 cicluri, a unor magme acide, riolitice, cu conținut ridicat de volatile, puternic veziculate, prin intermediul unor explozii de tip plinian/ultraplinian/phreatoplinian, care au generat curgeri piroclastice și căderi masive de cenușă în cursul fazelor lor paroxismale inițiale.

Nu au putut fi identificate centre de erupție – de tip calderă, după toate probabilitățile –, dar răspândirea areală a produselor de curgere piroclastică, a echivalențelor debritice ale acestora și, în special, a ignimbritelor ușor sudate sugerează faptul că dintre toate ocurențele examinate ale "tufului de Dej", cele de la Măgura Ciceului (unde, conform unei ipoteze mai vechi, s-ar localiza un centru de erupție) prezintă caracterele cele mai "proximale".

Depunerea materialului vulcanic a avut loc preponderent în mediu subacvatic, unde, subsecvent depunerii primare, au avut loc redistribuiri masive ale acestuia. Depunerea subaeriană a piroclastitelor este cea mai probabilă în zona Măgurii Ciceului.

The lithoclasts are represented by volcanic rock fragments (welded rhyolitic ignimbrites, andesites/dacites and basic rocks). Metamorphic rock fragments (quartzite, micaschist with or without garnet), Lower Badenian conglomerate pebble and marl intraclasts. The volcanoclastics often contain chemically precipitated carbonate minerals (calcite), biogenic carbonate fragments and microfossils, in places with over 25 % participation (tuffites).

The petrochemical study of the DTC has shown the rhyolitic composition (and not dacitic or rhyodacitic as it was formerly stated) of the primary juvenile volcanic material. Some of the lithoclasts of volcanic origin are proven to be dacitic in composition, but they represent accidental fragments.

Volcanoclastics rich in vegetal remnants have been encountered at Orman; they suggest a hygrophile land vegetation, developed at the shores of a sedimentary basin.

The volcanological interpretation of the observation and analytical data suggest a volcanic activity, developed during the Langhian time and consisting of eruptions clustered in 4–5 cycles, of volatile-rich, strongly vesiculated acidic (rhyolitic) magmas. High-magnitude plinian/ultraplinian/phreatoplinian-type explosions generated pyroclastic flows during their early paroxistic phases and massive ash falls later on. The source areas/eruptive centres of these eruptions have not been identified but, judging from the nature and volume of the eruptive products, they should be represented by still undiscovered calderas or caldera clusters. The most proximal-type pyroclastics (slightly welded ash-flow tuffs) occur at the Măgura Ciceu hill, where an eruptive centre has been inferred by previous researchers. Deposition of the erupted material took place mostly in a marine subaqueous environment, where extensive reworking strongly contributed to the redistribution of the loose tephra and its mixing with nonvolcanic material. Subaerial deposition can be supposed only in the Măgura Ciceului hill area.



TIPURI GENETICE DE VULCANOCLASTITE ÎN LANȚUL ERUPTIV CĂLIMANI-GURGHIU-HARGHITA (CARPAȚII ORIENTALI) GENETIC TYPES OF VOLCANICLASTICS IN THE CĂLIMANI-GURGHIU-HARGHITA VOLCANIC CHAIN (EAST CARPATHIANS)

A. SZAKÁCS, I. SEGHEDI

Depozitele vulcanoclastice ("formațiunea vulcano-sedimentară") din lanțul vulcanic neogen Călimani-Gurghiu-Harghita (CGH), din Carpații Orientali, au fost cercetate printr-un studiu litologic, geocronologic și în subsidiar petrologic.

S-a obținut diagnosticul genetic al depozitelor vulcanoclastice într-un mare număr de deschideri în lungul periferiilor vestică și estică ale catenei vulcanice, precum și pe valea Mureșului. A fost identificat un spectru larg de tipuri genetice de vulcanoclastite, atât piroclastice cât și epiclastice.

Contrar estimărilor anterioare și folosirii extensive a termenului "aglomerat", depozitele de cădere piroclastică au o pondere redusă (max. 10-12 %) în constituirea formațiunii vulcanoclastice. Au fost identificate mecanisme eruptive de tip plinian, vulcanian și strombolian. Depozitele de curgere piroclastică sunt larg răspândite în vestul și sudul munților Călimani, vestul și nordul munților Gurghiu și sudul munților Harghita. O parte a acestora sunt ignimbrite nesudate, reprezentând curgeri de cenușă și poncii rezultate în urma erupțiilor explozive ale unor magme puternic veziculate. Depozitele de curgeri de blocuri și cenușă, bine reprezentate, au provenit din prăbușirea gravitațională (tip Merapi), sau explozivă (tip Peleean), a unor domuri de lave în curs de extruziune sau a unor curgeri de lavă active pe flancurile superioare abrupte ale edificiilor vulcanice. Depozitele de val piroclastic (pyroclastic surge deposits) identificate, deși volumetric nesemnificative, sunt importante pentru valoarea lor diagnostică în reconstituirea mecanismelor eruptive.

Volcaniclastics are widespread along the eastern and western peripheries of the Neogene to Quaternary Călimani-Gurghiu-Harghita (CGH) calc-alkaline volcanic range, as well as in the interior of the chain (e.g. along the Mureș Valley). Formerly assigned, as a whole, to a "volcano-sedimentary formation" (Rădulescu et al, 1964, 1973), they have been subjected to a new, modern volcanological investigation.

A large number of outcrops were examined along the western and eastern sides of the range, as well as in the Mureș Valley, and the volcaniclastics were genetically diagnosed in most of them. A wide spectrum of genetic types of pyroclastic, reworked pyroclastic and epiclastic origin has been recognised.

Unlike previous estimations and extensive usage of the term "agglomerate", pyroclastic fall deposits show a modest contribution (up to 10-12 % in the CGH range) to the bulk volume of the volcaniclastics. Several eruptive mechanisms such as plinian, vulcanian, and strombolian, have been revealed by the lithological study. Pyroclastic flow deposits are widespread around the Călimani Mts, Eastern and Northern Gurghiu and at the southern end of the Harghita Mts. Part of them are nonwelded pumice-rich ignimbrites of amphibole-andesite and dacite composition. Block-and-ash flow deposits, mostly of basalt-andesite composition, are well represented and related to summital lava dome and/or lava flow extrusions and collapse onto the slopes of steep-sided composite volcanoes. Both Merapi and Pelée types of block-and-ash flow deposits have been recognised in Southern Călimani and Northern Gurghiu. Pyroclastic surge deposits are also present, such as dacitic phreatomagmatic base-surge deposits in the Ciomadul Massif (Southern Harghita) or andesitic pyroclastic flow-related ground surge and ash-cloud-surge deposits in Southern Călimani and Northern Harghita. Although volumetrically insignificant, they are important indicators of eruptive mechanisms in several areas of the CGH chain.



Cea mai mare parte a vulcanoclastitelor aparține categoriei epiclastitelor, în special tipurilor genetice avalanșă de debrite și curgeri de debrite (lahar), ce constituie peste 60 % din volumul formațiunii vulcanoclastice. S-au identificat, de asemenea, depozite de curgeri de curenți concentrați (hyperconcentrated flood flow deposits), cât și depozite fluviatile.

Recunoașterea tipurilor genetice de vulcanoclastite modifică imaginea existentă privind caracterul mecanismelor eruptive, în sensul că în constituirea formațiunii vulcanoclastice activitatea de tip exploziv este subordonată mecanismelor efuzive și extruzive:

Cercetarea geocronologică a depozitelor vulcanoclastice periferice a arătat contemporaneitatea lor, în ansamblu, cu edificiile stratovulcanice axiale, atât la nivel de segment (Gurghiu, Harghita de Nord), cât și la nivel de edificiu vulcanic (de exemplu Luci-Lazu din Harghita de sud). Datele de vârstă K-Ar indică faptul că depozitele vulcanoclastice au, în general, vârsta rocilor vulcanice din edificiile stratovulcanice învecinate.

Incompatibilitatea datelor de vârstă obținute recent cu precedentul model structural al lanțului vulcanic CGH (un compartiment vulcanic superior, stratovulcanic, așezat discordant și după o importantă fază erozivă peste un compartiment vulcanic inferior mai vechi, erodat – "formațiunea vulcano-sedimentară") a dus la imaginea unui model alternativ, compus din faciesuri vulcanice succesive de la centru la periferie (un facies central, unul proximal sau de flanc și un facies distal sau vulcanoclastic), în consens cu modelele stratovulcanice elaborate recent pe plan internațional. În cadrul acestui model formațiunea vulcanoclastică reprezintă faciesul distal, periferic, al edificiilor stratovulcanice (fig.). Adoptarea acestui model deschide calea atribuirii diferitelor depozite vulcanoclastice la diferite edificii stratovulcanice-sursă, cunoscute în zonele axiale ale catenei. Noul model își găsește aplicații importante și în modelarea geofizică a erupтивului neogen din Carpații Orientali.

Most of the volcanoclastics belong to the category of reworked pyroclastics and epiclastics (volcanogenic sediments). They are debris avalanche and debris flow deposits, accounting for more than 60 % of the entire volume of the volcanoclastics in the study area. Hyperconcentrated flood flow deposits and normal stream flow deposits, along with some lacustrine deposits, complete the genetic spectrum of the examined volcanoclastics.

The recognition of genetic types of volcanoclastics modifies significantly the picture of eruptive mechanisms operating during volcanic activity in the CGH chain. According to our data, extensive extrusive-effusive activity prevailed whereas explosive mechanisms had a less significant contribution to the generation of volcanoclastic material. Syn- and inter-eruptive mass-wastage processes constituted the main mechanism of redistribution of the primary volcanic material as coalesced peripheral volcanoclastic aprons around composite volcanic edifices. The contribution of explosive products, such as pyroclastic flow deposits, was locally important in building up the volcanoclastic piles.

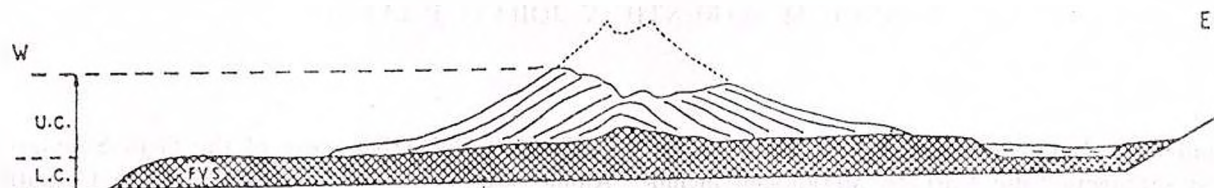
The geochronologic study – by the K-Ar method – of the peripheral volcanoclastics, as compared with ages of the central edifices, has clearly pointed out the coevality of the two. Age progression along the axial composite volcanoes of the CGH chain is mirrored in the ages of the adjacent volcanoclastic deposits. These age relationships are inconsistent with the, so far generally accepted, structural model of the CGH range that consists of a lower volcanic compartment, represented by the "volcano-sedimentary formation", and an upper, stratovulcanic compartment, separated by a significant erosional unconformity. Our age data rather suggest an alternative model, envisaging volcanic facies zones: a central or near-vent facies, a proximal or flank facies and a distal or peripheral facies. In the new model the juxtaposed or, in places, overlapping, volcanoclastic aprons represent the peripheral, distal facies of the central composite volcanic edifices. Unlike the previous one, our model (fig) allows to assign certain volcanoclastic deposits to their respective source volcanoes, as we tried in two cases, in the Gurghiu Mts. (Fancel-Lăpușna volcano) and the Harghita Mts. (Vârghiș volcano), respectively. The new structural model would find useful applications in the geophysical modelling as well as in the current geological mapping of the East Carpathian Neogene/Quaternary volcanic areas.



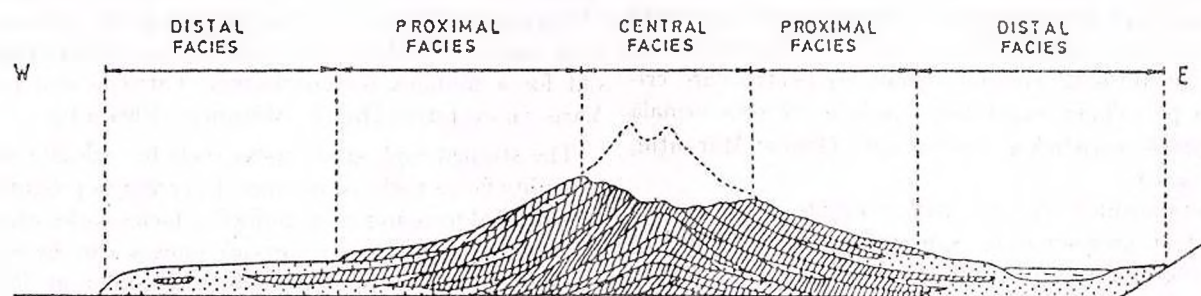
References

- Rădulescu, D., Vasilescu, A., Peltz, S. (1964) Contribuții la cunoașterea structurii geologice a munților Gurghiu. *An. Com. Geol.*, XXXIII, p. 87-151, București.
- Rădulescu, D., Peltz S., Popescu A. (1973) Lower compartment of the structure of the Călimani, Gurghiu and Harghita Mountains: the volcano-sedimentary formation. *An. Inst. Geol.*, XLI, p. 15-26, București

a.



b.



DISCONTINUITĂȚI STRUCTURALE ȘI METAMORFITE DE GRAD ÎNALT ÎN UNITĂȚILE DE SOCLU ALE CARPAȚILOR MERIDIONALI STRUCTURAL DISCONTINUITIES AND HIGH-GRADE METAMORPHIC ROCKS IN THE PRE-ALPINE NAPPE STACK OF THE GETIC BASEMENT (SOUTH CARPATHIANS)

V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, V. JOHAN¹, P. LEDRU¹

Fundamentul pre-alpin al pânzelor cretacee, getice și supragetice din Carpații Meridionali include depozite de molasă varistică de vârstă Carbonifer superior-Permian, granitoide carbonifere și ansamblu de roci metamorfozate, paleozoice și proterozoice, ale căror litologii sunt foarte diversificate.

Recent, divizarea lito-tectonică a fundamentului pre-alpin al domeniului getic a permis separarea formațiunilor slab metamorfozate de vârstă paleozoică în raport cu ansamblurile de roci cu metamorfism de grad mediu-înalt (terenuri gnaise) pentru care criteriile petrologice sugerează o evoluție tectono-termală complexă, varistică și pre-varistică (Iancu, Mărunțiu, 1994 a, b).

Metamorfitele de grad înalt, prezente în ansamblurile lito-tectonice separate, sunt reprezentate de roci în facies granulitic și eclogitic, uneori, cu tranziție de la faciesul amfibolitic; unele corpuri de roci păstrează faze minerale magmatice precursorare. Rocile eclogitice și granulitice sunt de diverse tipuri, fiind asociate spațial unora dintre unitățile lito-tectonice implicate în stiva de pânze pre-alpine (ce conțin ansamblu de roci polimetamorfice în facies amfibolitic), sau însoțind zone de forfecare crustală profundă (contacte tectonice marcate uneori de milonite în facies eclogitic).

Subiectele majore ale studiilor din ultimii ani (1993-1995) au vizat continuarea argumentării divizării lito-tectonice a fundamentului pre-alpin al unităților getice-supragetice din Carpații Meridionali. În acest context, s-au adus date noi privind:

- Trasarea și caracterizarea zonelor de forfecare crustală pre-alpină, în care blastează dinamică, sintectonică, asociată cu deformare simplă, progresivă, permite diferențierea unor zone de forfecare de tip diferit (încălecare, extensie, strike-slip), ce au fost active la nivele structurale variate; milonite în faciesul șisturilor verzi, epidot amfibolitic sau eclogitic reprezintă markeri structurali importanți, alături de schimbările majore ale ansamblurilor litologice și ale structurilor regionale;

The pre-Alpine basement of the Getic-Supragetic Alpine (Cretaceous) nappes in the South Carpathians includes: Upper Carboniferous-Permian molasse type deposits, Carboniferous granitoids and metamorphosed Paleozoic and Proterozoic rock assemblages whose lithologic constitution is strongly diversified.

Recently, the litho-tectonic division of the pre-Alpine basement led to the separation of the low-grade (Paleozoic in age) and medium to high-grade (gneissic) rock assemblages for which petrological criteria point out for a complex tectonothermal Variscan and pre-Variscan evolution (Iancu, Mărunțiu, 1994 a,b).

The studied high-grade rocks include: eclogite and granulite facies rocks sometimes occurring as prograde, transitional from upper amphibolite facies rocks whose inherited, precursor (magmatic) phases can be well preserved. They are spatially related to different lithologic assemblages involved in a pre-Alpine nappe stack, displaying polystage amphibolite facies regional metamorphism, as well as marking deep seated shear zones (eclogite facies mylonites).

In the period 1993-1995 the researches brought further arguments in favour of the lithotectonic division of the pre-Alpine basement of the Getic domain i.e. Getic-Supragetic Alpine nappe stack in the South Carpathians.

In this respect new data have been brought concerning:

- the outlining and characterization of the pre-Alpine crustal shear zones in which the syntectonic, dynamic blastesis related to simple, progressive deformation leads to the differentiation of shear zones of different types (compression, extension, strike-slip) that have been active at varied structural levels; mylonites in green-schists, epidote-amphibolite or eclogite facies represent significant structural markers beside major changes of the regional lithologic and structural assemblages;

¹B.R.G.M., Orléans, Franța



- diversitatea petrologică-mineralogică și structurală a rocilor denumite generic (în ansamblu) roci în facies eclogitic și granulitic, funcție de: natura protoliților metamorfozați; tipul de evoluție înregistrat (prograd, prograd-retrograd, sau numai retrograd) de paragenesele minerale și microstructurile specifice; gradul de echilibrare în condiții de maxim PT; tipul istoriei metamorfice a rocilor de grad înalt în relație cu cel al rocilor gazdă.

În acest context, au putut fi caracterizate două mari categorii de metamorfite de grad înalt (roci în facies eclogitic și granulitic, uneori aflate la tranziția de la faciesul amfibolitic).

1. Roci în facies eclogitic și granulitic, asociate unor zone de forfecare crustală

Caracterizarea deformării progresive și a relației blasteză-deformare în zonele de forfecare dominant simplă aduce argumente suplimentare în separarea unităților lito-tectonice de Sebeș, Lotru și Cumpăna în Munții Sebeș-Cibin-Lotru și versantul sudic al Munților Făgăraș.

Blasteza metamorfică a avut loc în condiții de grad mediu-înalt, fazele neformate sintectonic fiind: biotit, granat, disten ± sillimanit, disten-granat în roci cuarțo-feldspatice micacee, local granat-clinopiroxen, în roci bazice-intermediare. În Munții Leaota, zona de forfecare crustală, evidențiată de noi (Iancu et al., 1989 R, 1993 R), reprezintă un nivel structural reper (zona blastomilonitică Bughea), marcat de melanj tectonic și metamorfism dinamic de presiune ridicată. Aceasta include roci de compoziții foarte variate (granite tip Albești, metagabbrouri, gnaise micacee), cu blasteză progresivă: de la coroane de reacție progradă (cu granat, în metagranite, metagabbrouri), până la milonite cu structuri planar-lineare în facies eclogitic; asociațiile minerale sintectonice ale rocilor bazice conțin: granat bogat în pirop (cu zonare progradă), clinopiroxen omfacitic, amfibol barroizitic, fenigit.

Elementele structurale ca: efecte de subgranulație și recristalizare, liniatii stretching și minerale (parțial rotite), împreună cu indicatorii cinematici identificați în rocile cu structuri de tip S-C-C', permit caracterizarea unor zone de forfecare, fie ca falii de încălecare (ex. contactul dintre grupurile Sebeș și Cumpăna, în Munții Sebeș), fie ca falii de alunecare pe direcție (de tip strike-slip), ca de exemplu contactul dintre grupurile Cumpăna și Sebeș (Formațiunea de Măgura Căinenilor), pe flancul sudic al Munților Făgăraș. Unele forfecări de extensie (tip falie normală) au fost evidențiate în partea de sud-vest a Munților Sebeș și par a fi post-S₂.

- petrological-mineralogical and structural diversity of the rocks generically known as rocks in eclogite and granulite facies according to the nature of the metamorphosed protoliths; type of evolution (prograde, prograde-retrograde or only retrograde) recorded by the mineral parageneses and specific microstructures; equilibration grade under peak PT conditions; type of the metamorphic evolution of the high-grade rocks in comparison with that of the host rocks.

Within this context, two large categories of high-grade metamorphics (rocks in eclogite and granulite facies, locally placed in the transition zone from the amphibolite facies) could be characterized.

1. Eclogite and granulite facies rocks related to crustal shear zones

The characterization of the progressive deformation and of the blastesis-deformation relationship in the mainly simple shear zones brings further data for the separation of the Sebeș, Lotru and Cumpăna lithotectonic units in the Sebeș-Cibin-Lotru Mts. and the southern part of the Făgăraș Mts.

The metamorphic blastesis took place under medium- to high-grade conditions, the syntectonically formed phases being represented by: biotite, garnet, kyanite ± sillimanite, kyanite-garnet in micaceous quartz-feldspathic rocks, locally garnet-clinopyroxen, in basic-intermediary rocks. In the Leaota Mts, the crustal shear zone pointed out by Iancu et al. (1989 R, 1993 R) represents a marker structural level (Bughea blastomylonitic zone) indicated by a tectonic mélange and high-pressure dynamic metamorphism. It includes rocks with varied compositions (Albești-type granites, metagabbros, micaceous gneisses) with progressive blastesis: from prograde reaction rims (with garnet, in metagranites, metagabbros) up to mylonites with planar-linear structures in eclogite facies; syntectonic mineral associations of the basic rocks contain: pyrope rich garnet (with prograde zonation), omphacitic clinopyroxene, barroizitic amphibole, phenigite.

Structural elements such as subgranulation and recrystallization effects, stretching and mineral lineations (partially rotated), beside kinematic markers identified in rocks with S-C-C' fabrics permit the characterization of shear zones either as thrust faults (e.g. contact between the Sebeș and Cumpăna groups in the Sebeș Mts), or as strike-slip faults, e.g. the contact between the Cumpăna and Sebeș groups (Măgura Căinenilor Formation), on the southern slope of the Făgăraș Mts. Some extensional shear zones (normal fault type) have been identified in the Sebeș and Lotru Mts as post-S₂ tectonic lines.



2. Metamorfite de grad înalt asociate unităților lito- tectonice pre-alpine

Acestea prezintă structuri, asociații paragenetice și evoluții metamorfic-deformaționale diferențiate, în funcție de poziția lor în ansamblul de pânze metamorfice separate de noi. În același timp, conținutul mineralogic-paragenetic este diferit, în funcție de natura și chimismul protoliților afectați de metamorfismul de grad înalt (până în prezent, noi abordând, în special, procesele de eclogitizare) ca și de stadiul sau intensitatea proceselor de metamorfism.

Prezentăm, pe scurt, câteva dintre caracteristicile specifice rocilor cu metamorfism la nivelul faciesurilor eclogitice și granulitice, analizate mineralogic și chimic, ce afloră în unitățile lito-tectonice de Sebeș și Lotru.

A. *Metamorfitele de grad înalt din unitatea (grupul) Sebeș.* Acestea se pot grupa după cum urmează:

A.1. *Eclogite, granulite, metaultramafite (cu granat ± spinel)*, cu o istorie metamorfică mai lungă decât cea a rocilor gazdă; conțin faze minerale pre-S₁: clinopiroxen, granat, disten rutil puternic echilibrat mineralogic în condiții de P și T ridicată (au incluziuni de clinopiroxen, zoizit, rutil, în granat); au structuri de decompresie și coroane de reacție retrogradă, ce reflectă condiții granulitice (parageneze cu clinopiroxen secundar+plagioclaz pe clinopiroxen 1; agregate de spinel-corindon-plagioclaz bazic pe disten; coroane cu spinel, ortopiroxen și clinopiroxen ± amfibol în peridotite (lherzolite - cu granat).

Eclogitele bazice conțin disten și zoizit în asociație cu clinopiroxen -granat, reflectând compoziții aluminos-magneziene. Asociat acestora sunt prezente roci cu rubanări compoziționale sau bazice, cu granat-clinopiroxen ± disten, cu structuri granoblastice și coronitice, toate fiind amfibolitizate subsecvent.

Istoria metamorfic-deformațională (ce poate sugera alura modelului evolutiv pe diagrama PTt) este de tip retrograd, zonalitatea granaților fiind, de asemenea, de tip retrograd (senso Medaris et al., 1995).

A.2. *Metamorfite de grad înalt cu clinopiroxen și granat (+ rutil, cuarț)* ca faze metamorfice, coexistând cu parageneze magmatice bine păstrate în protoliții bazici. Prin comparație cu evoluția metamorfică a rocilor gazdă (roci polimetamorfice cu metamorfism maxim la nivelul zonei cu disten), eclogitizarea pare a fi avut loc sincron, în cursul evenimentului dinamotermic M₁. Astfel de eclogite sunt prezente în Munții Sebeș, în formațiunea ce conține magmatite bimodale (leptino-amfibolitice).

B. *Metamorfite de grad înalt asociate unității (grupului) Lotru.*

Acestea sunt caracterizate de asociații cu: clinopiroxen omfacitic, granat (cu compoziții variabile, de la piroxic la almandin), cuarț, rutil, fiind prezente atât în roci cu structuri inixte (pre-metamorfice și me-

2. High-grade metamorphic rocks related to the pre-Alpine lithotectonic units

They present structure, paragenetic associations and differentiated metamorphic-deformational evolutions according to their position within the metamorphic nappes separated by us. At the same time the mineralogic-paragenetic content differs according to the nature and chemistry of the protoliths affected by the high-grade metamorphism (up till now only eclogitization processes have been studied by us) as well as to the stage or intensity of the metamorphism processes.

Some of the characteristics typical of the rocks which reached the eclogite and granulite facies level of metamorphism, studied in mineralogical and chemical respect, cropping out in the Sebeș and Lotru lithotectonic units, will be presented further on.

A. *High-grade metamorphics in the Sebeș Unit (Group)* can be grouped, as follows:

A.1. *Eclogites, granulites, metaultramaphics* (garnet ± spinel bearing), with a metamorphic evolution longer than that of the host rocks (Sb₁, Fm); they contain pre-S₁ mineral phases: Clinopyroxene, garnet, kyanite, rutile, strongly equilibrated under conditions of high P and T (clinopyroxene, zoisite and rutile inclusions in garnet); they display decompression structures and retrograde reaction coronas that indicate granulitic conditions: secondary parageneses with clinopyroxene+plagioclase on clinopyroxene 1; spinel-corundum-basic plagioclase aggregates on kyanite; spinel, orthopyroxene and clinopyroxene ± amphibole rims in garnet bearing peridotites (lherzolites).

The basic eclogites contain kyanite and zoisite in association with clinopyroxene-garnet, pointing to aluminous-magnesian compositions of the protoliths. Related them banded rocks with bimodal composition (basic-felsic) contain garnet-clinopyroxene±kyanite with granoblastic and coronitic structures, all of them being subsequently amphibolitized.

The metamorphic-deformational evolution (which can suggest the path of the evolution model in the PTt diagram) is of retrograde type like the zonality of the garnets (senso Medaris et al., 1995).

A.2. *High-grade metamorphics with clinopyroxene and garnet ± plagioclase + rutile + quartz* as main metamorphic phases coexisting with well-preserved magmatic parageneses in the basic protoliths. In comparison with the metamorphic evolution of the host rocks (polymetamorphic rocks with metamorphic peak at the level of the kyanite zone), the eclogitization seems to be related to the M₁ dynamothermal event. Such eclogites are found in the Sebeș Mts in the gneissic formation (Sb₂) that contains bimodal magmatites (leptino-amphibolitic), dismembered ultramafics as well as manganeseiferous rocks.



tamorfice), cât și în eclogite omogene. Incluziunile minerale din fazele metamorfice poikilitice (granat, clinopiroxen) pot fi faze stabile atât în condițiile faciesului amfibolitic (amfiboli, plagioclazi), cât și în condiții de presiune ridicată.

Prezența acestor incluziuni, existența coroanelor prograde (ex. granat + clinopiroxen metamorfic pe ortopiroxen magmatic), ca și asocierea cu roci metamagmatice (gabbrouri cu granat, metaultramafite) în facies amfibolitic sugerează același tip de evoluție de tip prograd, pentru întreaga secvență.

Rocile gazdă prezintă un maxim metamorfic la nivelul zonei cu sillimanit (M_1), urmat de reajustarea metamorfică la nivelul zonei cu disten neoformat (M_2).

Rocile mafice-ultramafice (păstrate ca resturi dintr-un complex ofiolitic dezmembrat) ale grupului Lotru conțin parăgeneze (faze magmatice) ale protoliților precursori, ce coexistă cu parăgeneze metamorfice prograde (coroane, pseudomorfoze, agregate granoblastice) de T și P ridicată, corespunzând traseului prograd pe o diagramă PTt; unele roci prezintă efecte de "eclogitizare" avansată, uneori rezultând eclogite cu dovezi de evoluție de tip prograd (incluziuni pre-eclogitice în granat, zonalitate a granatului de tip prograd, etc.). Evoluția retrogradă a acestor roci este înregistrată de parăgenezele suprapuse, generate în condițiile faciesului amfibolitic.

Atât elementele structurale, cât și analiza mineralogică și structurală a metamorfitelor de grad înalt permit o mai bună caracterizare a unităților litotectonice (separate de noi), ce alcătuiesc ansamblul de pânze metamorfice pre-alpine din fundamentul unităților getice-supragetice.

B. *High-grade metamorphics related to the Lotru Unit (Group)* are characterized by associations with: omphacitic clinopyroxene, garnet (whose composition varies from pyropic to almandinic), quartz, rutile, that occur both in rocks with mixed structures (pre-metamorphic and metamorphic) and in homogenous eclogites. The mineral inclusions from the poikilitic metamorphic phases (garnet, clinopyroxene) can be stable phases both under conditions of the amphibolitic facies (amphiboles, plagioclase) and of the high pressure.

The presence of these inclusions, the existence of prograde coronas (e.g. garnet+metamorphic clinopyroxene on magmatic orthopyroxene), as well as the association with metamagmatic rocks (garnet-gabbros, metaultramafics) in amphibolitic facies matrix rocks point to the same prograde type of evolution for the whole sequence.

The host rocks display a metamorphic maximum at the level of the sillimanite zone (M_1), followed by a metamorphic readjustment at the level of the newly formed kyanite zone (M_2).

The mafic-ultramafic rocks (preserved as remnants of a dismembered ophiolitic complex) of the Lotru Group contain parageneses (magmatic phases) of the precursor protoliths that coexist with prograde metamorphic ones (as coronas, pseudomorphoses, granoblastic aggregates) of high T and P, corresponding to the prograde slope on a PTt diagram; some rocks display advanced "eclogitization" effects, locally yielding eclogites with a clear prograde evolution (pre-eclogitic inclusions in garnet, zonality of the prograde type, etc.). The retrograde evolution of these rocks is recorded in the superposed parageneses generated under conditions of the amphibolitic facies.

Both the structural elements and the mineralogical and structural analysis of the high-grade metamorphic rocks can represent good discriminant characters in separating the lithotectonic units that constitute the pre-Alpine metamorphic nappes in the Getic-Supragetic basement.

METAMORFITELE DE GRAD ÎNALT DIN CARPAȚII MERIDIONALI THE PRE-ALPINE HIGH-GRADE METAMORPHICS FROM THE SOUTH CARPATHIANS

V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, V. JOHAN, P. LEDRU, CH. GILLÉ, J. BRETON

Pe baza datelor petrografice și mineralogice acumulate în ultimii ani se conturează ideea existenței mai multor tipuri (categorii) de roci cu metamorfism de grad înalt, prezente în fundamentul pre-alpin al unităților getice-supragetice. Acestea au caracter petrologic distinct și o semnificație geotectonică diferită.

Se pot contura două mari categorii:

- roci cu metamorfism de grad înalt "in situ", la scară regională, ele făcând parte din ansamblul litologic al grupului cu care sunt asociate spațial, sau având cu acestea afinități petrografice, geochemice și genetice;

- roci afectate de metamorfism de grad înalt, aflate în relație directă cu zone de forfecare crustală profundă, ele fiind produse ale metamorfismului dinamic de grad înalt; pot avea cele mai diverse compoziții petrografice și pot proveni de la nivele structurale diferite.

Din punct de vedere al compoziției chimice, metamorfitele de grad înalt sunt extrem de variate, așa cum arată tabelele anexate în studiu (elemente majore și minore). În studiul din perioada 1993-1994 sunt prezentate rezultatele investigațiilor mineralogice bazate pe analize chimice punctiforme, efectuate cu microsonda CAMECA la B.R.G.M. (Orléans, Franța), în baza programului de colaborare bilaterală dintre I.G.R. și B.R.G.M.

Au fost selecționate eșantioane de roci eclogitice asociate spațial grupurilor Sebeș, Lotru, Cumpăna și zonei de forfecare Bughea, ce vor fi prezentate pe scurt.

1. *Metamorfite de grad înalt asociate grupului Sebeș.* Acestea sunt prezente ca lentile și corpuri allohtone, anizofaciale în raport cu primul metamorfism al rocilor gazdă (M_1). Petrografic, sunt eclogite mafice, eclogite sau granulite de presiune ridicată cu compoziție bimodală (cu rubanare compozițională), metaperidotite cu granat.

Au fost analizate mineralogice probele:

- proba IV (localizare: Petecul Porțile de Fier)-eclogit mafic cu disten, cu parageneză de P și T ridicată, constând din: clinopiroxen omfacitic (Jd 24-25 în incluziuni; Jd 23,5-25,6 în matrice) + granat (pirop 44-51) + disten + hornblendă tschermakitică + rutil + zoizit. Clinopiroxenul omfacitic este substituit de

The petrographic and mineralogical data obtained in recent years indicate the existence of several high-grade metamorphic rock types (categories) in the pre-Alpine basement of the Getic-Supragetic units. These are characterized by distinct petrological features and a different geotectonic significance.

Two relative timing of "eclogitisation" or "granulitisation" may be related to regional or dynamic metamorphic events.

The large categories can be distinguished:

- "In situ" high-grade metamorphosed rocks, which, on a regional scale, belong to the lithological assemblages in which they are incorporated, as "in-sequence" rocks (the case of paraderivates) or as allochthonous (dismembered) orthoderivates. Petrographic and geochemical features can prove genetic affinities of the precursors or not (special studies are in progress for geochemistry). First chemical investigations point out the diversified compositions of the rocks, from tholeiitic to calc-alkaline in the different litho-tectonic units;

- Rocks affected by high-grade metamorphism, directly related to deep crustal shear zones, being products of the dynamic high-grade metamorphism (HP mylonites); they may be of the most diverse petrographic compositions (even of the tectonic melange type) and are exhumed from different structural levels.

The study achieved in 1993-1994 presents the results of the mineralogical investigations based on mineral chemical analyses carried out by the CAMECA microprobe analyser at B.R.G.M. (Orléans, France).

Eclogitic rock samples, spatially associated with the Sebeș, Lotru, Cumpăna Groups and the Bughea shear zone, were selected, which will be briefly presented.

1. *High-grade metamorphics associated with the Sebeș Group.* They are present as lenses and allochthonous bodies, anisofacial in respect of the first metamorphism of the host rocks (M_1). Petrographically, they are mafic eclogites, banded high-pressure eclogites (or granulites) of bimodal composition, garnet and spinel metaperidotites.

Several samples have been mineralogically analysed as follows:

- Sample IV (location: Porțile de Fier outlier) is a



simplectite de clinopiroxen 2 + plagioclaz (stadiul amfibolitic);

- probele XII și 01609 sunt roci granoblastice - coronitice, cu rubanare compozițională (mafic - felsic), cu relicte de P și T înaltă (disten, granat, probabil piroxen, complet substituit retrograd). Asociația paragenetică de grad înalt conține: granat (pirop 11,8-22,7 în bandă felsică și 27,5-32,3 în bandă mafică) - disten - cuarț - rutil - zoizit - apatit.

Distenul din benzile sau nucleele felsice prezintă coroane de reacție de temperatură ridicată (faciesul granulitic), rezultate prin decompresie, constituite din: spinel verde + plagioclaz (An 82,8-95,4), corindon, ilmenit (coroane interne) înconjurat de coroane de plagioclaz (An 70,9-94,3). Ca faze minerale retrograde (faciesul amfibolitic), pe seama distenului se formează staurolit, biotit, muscovit; plagioclazul (An 32,1-48,9), amfibolul, biotitul sunt restructurate în două stadii succesive (M_1 , M_2), având compoziții variabile.

2. *Metamorfite de grad înalt asociate cu magmatite mafice - ultramafice provenind din crusta oceanică dezmembrată (Grupul Lotru).* Observațiile mineralogice-petrografice au pus în evidență transformări prograde parțiale în condiții de grad înalt ale mineralelor magmatice moștenite (coroane, pseudomorfoze) sau blastează negeneralizată (granat în gabbrouri) de grad înalt. Proba 324 B analizată (Valea Berzasca) reprezintă un ortoderivat cu structuri magmatice (diferențieri compoziționale) cu imprim metamorfic de grad înalt (facies eclogitic), reechilibrată în condițiile faciesului granulitic. Parageneza de grad înalt (stadiul eclogitic) este reprezentată prin: granat (pirop 19,37-27,15) - (clinopiroxen 1, substituit) - cuarț - rutil - ilmenit.

Adaptările retrograde, la limita faciesului granulitic cu faciesul amfibolitic, sunt materializate de agregate microgranoblastice în matrice de: clinopiroxen 2 (Jd 3,4-5,3) + plagioclaz (An 29,2-30,7) și plagioclaz + hornblendă brună, sub formă de coroane în jurul granatului, sau agregate microgranoblastice în matrice.

3. *Metamorfite de grad înalt din complexe granulitogneisice (Grupul Cumpăna).* Proba analizată, 3983 (versantul sudic al Munților Făgăraș), este un eclogit cu disten. Asociația paragenetică primară conține: granat (pirop 39,9-46,9) - clinopiroxen omfacitic (Jd 35,6-40,7) - amfibol (barroizit-magnezihornblendă) - disten - rutil - cuarț - zoizit - fengit (?). Agregatele simplectitice de clinopiroxen 2 (Jd 13,6-15,1) + plagioclaz (An 21) substituie piroxenul primar; stadiul amfibolitic este materializat de asociațiile amfibol + plagioclaz. Granatul conține incluziuni de disten, clinopiroxen (Jd 38,3 - 42,5), amfibol, biotit.

4. *Milonite în facies eclogitic asociate unor zone de forfecare crustală profundă.* Proba 3805 (Munții Lea-

kyanite-bearing mafic eclogite. It has the following high P and T paragenesis: omphacite clinopyroxene (Jd 24-25 in inclusions; Jd 23.5-25.6 in the groundmass) + garnet (pyrope 44-51) + kyanite + tschermatitic hornblende + rutile + zoisite. The omphacite clinopyroxene is replaced by clinopyroxene 2 simplectites + plagioclase. Younger amphibole plagioclase simplectites (amphibolitic stage) are present;

- Samples XII and 01609, granoblastic-coronitic rocks of compositional banding (mafic-felsic with high P and T relicts (kyanite, garnet, probably pyroxene, completely replaced by amphibole-plagioclase). The high-grade paragenetic assemblage contains: garnet (pyrope 11.8-22.7 in the felsic band and 27.5-32.3 in the mafic band) - kyanite - quartz - rutile - zoisite - apatite.

The kyanite in the felsic bands or nuclei of the mafic eclogites displays high temperature reaction coronas (granulitic facies) as a result of decompression consisting of: green spinel + plagioclase (An 82.8-95.4), corundum, ilmenite (inner coronas) surrounded by plagioclase coronas (An 70.9-94.3). As retrograde mineral phases (amphibolitic facies), staurolite, biotite muscovite form at the expense of kyanite; plagioclase (An 32.1-48.9), amphibole, biotite are formed in two successive stages (M_1 , M_2) of varied compositions.

2. *High-grade metamorphics associated with the mafic-ultramafic magmatites originating from a dismembered oceanic crust (Lotru Group).* The petrographic-mineralogical observations pointed out partial prograde transformations. The PT conditions of the prograde evolution of the mafic-ultramafic rocks associated with the Lotru unit, overlap the transition from the upper amphibolite to granulite and eclogite facies. Prograde coronas, local equilibrium aggregates, prograde pseudomorphoses (after precursor phases) and preservation of the inherited protoliths are petrographic features of the partially transformed metamagmatites, closely associated with eclogites. The analysed sample 324 (Valea Berzasca) represents an orthoderivate with magmatic structures (compositional differentiations) with high-grade metamorphic imprint (eclogitic facies), re-equilibrated in the amphibolite facies conditions. The high-grade paragenesis (eclogitic stage) is represented by: garnet (pyrope 19.37-27.15) - (clinopyroxene 1, replaced) - quartz - rutile - ilmenite.

The retrograde re-equilibration at the boundary between the granulitic facies with the amphibolitic one is represented by microgranoblastic aggregates in groundmass of: clinopyroxene 2 (Jd 3.4-5.3) + plagioclase (An 29.2-30.7) and plagioclase + brown hornblende as coronas round the garnet or microgranoblastic coronas within the matrix.

3. *High-grade metamorphics from the granulite-gneissic complexes (Cumpăna Group).* The analysed



ota) este un eclogit cu structură tectonică (planar-lineară), având următoarea asociație paragenetică: granat (pirop 24,9–38,5) - jadeit (41,91–45,42) - disten - amfibol (barroizit) - fengit - cuarț - rutil. Clinopiroxenul și amfibolul (barroizit) sunt prezente și ca incluziuni în granat și disten. Fazele minerale suprapuse sunt: biotit + plagioclaz + cuarț (ca intercreșteri simplectitice pe fengit), amfibol (pe granat), paragonit (pe disten).

Proba 3837 (Munții Leaota) este o rocă în facies eclogitic cu o compoziție chimică diferită de proba anterioară, având următoarea asociație paragenetică inițială: granat (pirop 10,11–17,06; almandin 55,35–62,99) - clinopiroxen (Jd 38,7–39,9) - amfibol (pargasitic) - cuarț - fengit - rutil. Stadiul de decompresie este materializat de agregatele simplectitice de clinopiroxen 2 + plagioclaz și biotit + plagioclaz.

Elemente de noutate reprezintă analizele chimice punctiforme pe roci eclogitice, care au permis precizarea compoziției mineralogice, identificarea unor roci de presiune ridicată, rezultate prin metamorfism dinamic la mari adâncimi (T de cca. 800°C și P în jur de 22 Kb), identificarea unor minerale noi în eclogite din România (Al-barroizit, fengit) (Johan et al., 1993).

sample, 3983 (southern slope of the Făgăraș Mts) is a kyanite eclogite. The primary paragenetic assemblage contains: garnet (pyrope 39.9–46.9) - omphacitic clinopyroxene (Jd 35.6–40.7) - amphibole (barroizite - magnesium hornblende) - kyanite - rutile - quartz - zoisite - phengite (?). The clinopyroxene 2 simplectite aggregates (Jd 13.6–15.1) + plagioclase (An 21) replace the primary pyroxene; the amphibolite stage is represented by the amphibole + plagioclase and biotite + plagioclase assemblages. Garnet contains kyanite, clinopyroxene (Jd 38.3–42.5), amphibole, biotite inclusions.

4. *Eclogite - facies mylonites associated with deep crustal shear zones.* Sample 3805 (Leaota Mts) is an eclogite of tectonic (planar-linear) fabric displaying the following paragenetic assemblage: garnet (pyrope 24.9–38.5) - jadeite (41.91–45.42) - kyanite - amphibole (barroizite) - phengite - quartz - rutile. Clinopyroxene and barroizitic amphibole are present also as inclusions within garnet and kyanite. The superposed phases are: biotite + plagioclase + quartz (as intergrowths on phengite), amphibole (on garnet), paragonite (on kyanite).

Sample 3837 (Leaota Mts) is an eclogite facies rock of a chemical composition different from the previous sample exhibiting the following initial paragenetic assemblage: garnet (pyrope 10.11–17.06; almandine 55.35–62.99) - clinopyroxene (Jd 38.7–39.9) - amphibole (pargasitic) - quartz - phengite - rutile. The decompression stage is materialized by the clinopyroxene 2 + plagioclase and biotite + plagioclase simplectitic aggregates.

New data of this study are represented by the mineral chemical analyses carried out on eclogitic rocks, that allowed the specification of the mineralogical composition, the identification of some high pressure rocks resulted through dynamic metamorphism at great depths (temperature of ca. 800°C and pressure about 22 Kb), the identification of new minerals within the eclogites of Romania (Al-barroizite, phengite) (Johan et al., 1994).



SKARNE DE REACȚIE ÎN METAMORFITELE DIN CARPAȚII MERIDIONALI DE VEST METAMORPHIC SKARNS IN WESTERN SOUTH CARPATHIANS METAMORPHICS

I. HÂRTOPANU, P. HÂRTOPANU, G. STELEA, GH. ILINCA, I. VANGHELIE, C. UDRESCU

Au fost cercetate rocile calcsilicaticice din masivele Semenice (zona Armeniș și valea Slătiniș), Godeanu (văile Topenia, Ivanu, Smogotin, Bărnăel, Tătaru) și Mehedinți (văile Racovăț și Bahna, zona Cireșu, vf. Maiag, sat Godeanu). Asociația mineralelor componente ale rocilor calcsilicaticice este foarte bogată: forsterit, diopsid, tremolit, calcit, dolomit, cuarț, plagioclaz, feldspat alcalin ($\pm K$ -feldspat), grossular, flogopit, biotit, muscovit, scapolit, epidot-zoizit, sfen, apatit, pirotină, magnetit, pirită, calcopirită, blendă, grafit și alți piroxeni, alți amfiboli, alți filosilicați, brucit, serpentină.

Imaginea texturală a scarnelor de reacție este rezultatul participării a două elemente antagonice care creează texturi izotrope, respectiv anizotrope: blasteza și deformarea. Deformarea aflată la originea texturilor rubanate, foliate, laminate poate fi cauza distrugerii și reformării unor minerale. Pe traiectul planelor de deformare se pot instala principalele căi de circulație și aprovizionare cu fluide. Blasteza poate îmbrăca forme supradimensionale putându-se forma cristale de amfiboli și piroxeni cu dimensiuni de ordinul decimetrilor tinzând să șteargă anizotropia acestor roci.

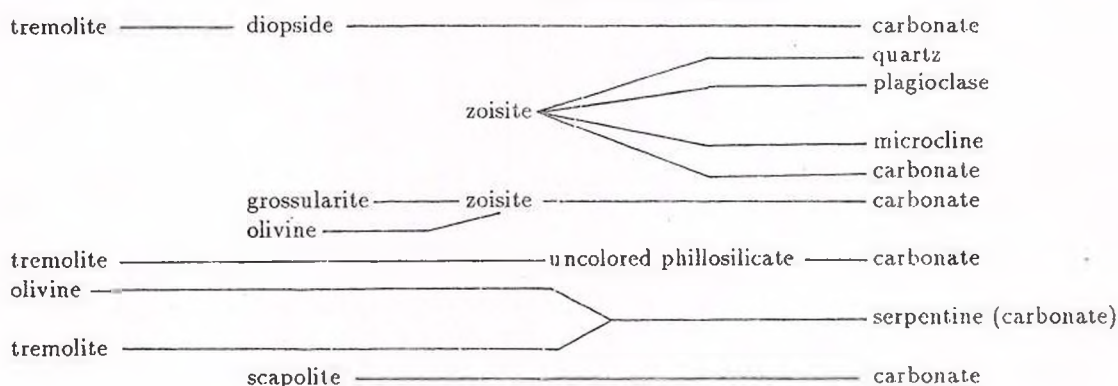
Texturile de substituție între diferite minerale constituențe ale scarnelor de reacție ne dau o imagine a succesiunilor de cristalizare, respectiv a sensului evoluției procesului metamorfic. Cele mai semnificative substituții sunt următoarele:

The calc-silicate rocks from the Semenice (Armeniș zone and Slătiniș valley), Godeanu (Topenia, Ivanu, Smogotin, Bărnăel, Tătaru valleys) and Mehedinți (Racovăț and Bahna valleys, Maiag peak, Cireșu and Godeanu villages) massives were researched. The mineral association from the calc-silicate rocks is very rich: forsterite, diopside, calcite, dolomite, quartz, plagioclase feldspar, alkali feldspar ($\pm K$ -feldspar), grossular, phlogopite, biotite, muscovite, skapolite, epidote-zoisite, titanite, apatite, pyrotite, magnetite, pyrite, chalcopryrite, sphalerite, graphite. Besides these other pyroxenes, other amphiboles, other phyllosilicates, brucite, serpentine also appear.

Textural image of the reaction skarns is a result of the two antagonistic elements whose participation creates both isotropic and anisotropic textures: blastesis and deformation. The deformation which lies at the origin of banded, foliated, laminated structures can be the reason of both breakdown and reformation of some minerals.

The main circulation and fluid supplies were installed along the deformation planes. The blastesis can show superdimension amphiboles and pyroxenes crystals reaching the decimetrical order and tending to wipe the anisotropic character of these rocks.

The substitution textures between different minerals from the reaction skarns give us an image of the crystallization succession and the evolution sense of the metamorphic process. The most significant substitutions are as follows:



Analizele efectuate pe roci sau pe mineralele skarnelor de reacție au avut și un rol complementar, încercându-se controlul unei determinări printr-o alta. Astfel, analizele în raze X, analizele chimice monominerale și analizele în infraroșu reprezintă un prim grup complementar, analizele chimice pe rocă și testul cu alizarină reprezentând un al doilea grup. Analizele spectrale pe roci au permis o diferențiere în funcție de conținutul în elemente minore: dolomite, calcare (predominant calcitice) și calcare cu adaos de fier (cu totul subordonat). Analizele chimice totale pe roci confirmă dichotomia compozițională a rocilor carbonatice: roci bogat calcitice și roci bogat dolomitice.

Analiza relațiilor minerale s-a făcut pentru fiecare din principalele zone de apariție din cele trei masive, putându-se constata o varietate foarte largă de situații. În mod potențial relațiile minerale reprezintă un important mijloc de depistare a condițiilor de formare. Există însă impedimente obiective sau subiective cum ar fi:

- volumul redus al skarnelor de reacție nu permite stabilirea unui spațiu al reactanților despărțit de cel al produselor de reacție;
- zonele de reacție la limita cu roca gazdă sunt distruse sau deplasate datorită transpoziției;
- frecvența și arealul rocilor carbonatice sunt reduse nepermițând stabilirea dezvoltării spațiale a condițiilor fizice metamorfice.

Observațiile microscopice au indicat o substituție constantă a mineralelor silicatice mai sărace în calciu cu cele mai bogate și, în mod invariabil, o substituție finală a tuturor mineralelor prin carbonați. A rezultat că skarnul de reacție reprezintă o secvență dintr-un proces general de îmbogățire în Ca(Mg) și carbonatare, inițiat în roci și din minerale care nu sunt neapărat carbonatice.

Estimarea condițiilor de formare a skarnelor de reacție s-a realizat prin confruntarea diagramelor de fază aparținând sistemelor cu carbonați cu realitatea relațiilor minerale stabilite microscopic. Reacțiile prin care se realizează trecerile între principalele minerale de skarn sunt materializate prin curbe experimentale ce implică perechi de minerale cum ar fi: diopsid-dolomit, tremolit-diopsid, tremolit-carbonat, forsterit-serpentină, grossular-zoizit, grossular-carbonat, scapolit-carbonat etc. Intervalul termic în care s-au petrecut cele mai importante reacții a fost 550–350°C la o presiune a fluidelor de 2 kbari. Examinând sensul transformărilor minerale în contextul diagramelor evocate s-a detașat ideea că procesul general de evoluție relevat de succesiunea minerală are, în general, un caracter retrograd. Acest lucru este în contradicție cu acela constatat în rocile adiacente, în speță metapelite, care sugerează un metamorfism prograd. Luând însă

The rock and mineral analysis from reaction skarns had a complementary role in the control of each determination by another one. Thus, the X-ray analyses, chemical monomineral analyses and infra-red analyses represent the first complementary group; chemical analyses on whole rock and the alizarine test are the second group. Spectral analyses of the rocks permitted a discrimination on the minor elements content: dolomites, limestone (calcite predominantly) and iron enriched limestones (subordinate). Chemical analyses of the rocks confirm the dichotomic composition of the carbonate rocks: calcite rich and dolomite rich, respectively.

Mineral relations were analysed for each main occurrence zone in the three massifs, a very large variety being established. Potentially, the mineral relations represent an important means to trace out the formation conditions. But there are objective and subjective difficulties, such as:

- the reduced volume of the reaction skarns is inappropriate to establish both the reaction members space and the reaction products space, respectively;
- the reaction zones at the boundaries with the host rock are destroyed or displaced because of transposition;
- the frequency and the area of the carbonate rocks are reduced, forbidding to establish the special development of the metamorphic physical conditions.

The microscopic observations show a constant substitution of a Ca-poor silicate minerals by Ca-rich ones and, invariably a final substitution of all minerals by carbonates. It results that the reaction skarns represent a sequence of a Ca(Mg)-enrichment process and carbonation, which was initiated in rocks and from minerals which are not compulsory carbonatic.

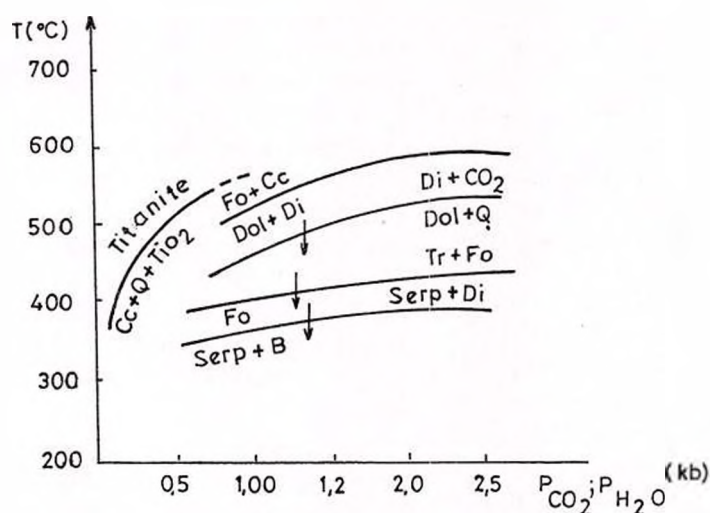
The estimation of the formation condition of the reaction skarns was achieved by the comparison of phase diagrams belonging to carbonate systems with the mineral relations reality microscopically established. The reactions involving the main skarn minerals are materialized by the experimental curves. These imply mineral pairs such as: diopside-dolomite, tremolite-diopside, tremolite-calcite, forsterite-serpentine, grossularite-zoisite, grossularite-carbonate, skapolite-carbonate etc. The thermal interval for most important reactions was 550–350°C at a fluid pressure of 2 Kbars.

Examining the sense of the mineral transformation in the diagrams we conclude that the process of evolution had a generally retrograde character. This is in contradiction with the trend we found in the rocks from vicinity – like metapelites – which suggest a prograde character. Taking into consideration the chloritisation, sericite-muscovitisation and pinnitisation



în considerare procesele de cloritizare, sericitizare-muscovitzare, pinitizare din metapelite precum și deformarea aparținând unui moment D_3 se sugerează paralelizarea proceselor din rocile carbonatice cu această ultimă secvență retromorfă din istoria metapelitelor. Efectul exterm al retromorfismului și al carbonatării ar putea explica supraviețuirea paragenzei de skarn.

processes from metapelites, as well as the deformation belonging to D_3 moment, we suggest the parallelisation of both processes, from carbonate and metapelite rocks (the last retromorphic event in the history of the metapelite rocks). The exothermal effect of the retromorphism and of the carbonatation can explain the survival of the skarn parageneses.



Deshydration and decarbonation reactions.

The arrows represent the sens of the mineral reactions for individual curves deduced from the mineral relations. Fo - forsterite; cc - calcite; Di - diopside; Serp - serpentine; Tr - tremolite; B - brucite.

STUDIUL PETROGENETIC COMPARATIV AL SKARNELOR DE REACȚIE DIN ARII ȘI CONDIȚII DIFERITE: SERIILE DE REBRA ȘI LAINICI-PĂIUȘ

COMPARATIVE PETROGENETIC STUDY OF THE REACTION SKARNS (SKARNOIDS) FROM DIFFERENT AREAS AND CONDITIONS: THE REBRA AND LAINICI-PĂIUȘ SERIES

I. HÂRTOPANU, P. HÂRTOPANU

Cercetarea skarnelor de reacție (skarnoide) din România a căpătat în cadrul acestui studiu o nouă turnură și un nou conținut. Pornind de la necesitatea cunoașterii tuturor skarnelor de reacție din țară într-un timp cât mai scurt, experiența căpătată de autori în domeniu a creat posibilitatea depășirii mai rapide a unor etape, luând cunoștință mai expeditiv de skarnoide din arii și condiții foarte diferite: seriile de Lainici-Păiuș și Rebra.

Studiul prezintă mai întâi o caracterizare a litologiei celor două serii metamorfe, arătându-se locul și poziția rocilor carbonatice purtătoare de skarne în litostratigrafia acestora. În continuare se trece în revistă răspândirea areală a skarnoidelor în munții Rodnei (seria de Rebra) și în Carpații Meridionali de vest (seria de Lainici-Păiuș). Partea cea mai importantă a studiului este ocupată de petrografia skarnelor de reacție, cum rezultă ea din studiul microscopic al paragenazelor și relațiilor minerale. În continuare sunt prezentate pe rând caractere generale ale rocilor carbonatice cu silicați (skarnoide) din seriile de Rebra și Lainici-Păiuș, finalizându-se cu concluziile privind comparația dintre cele două arii prin prisma asemănărilor și deosebirilor dintre skarnele de reacție.

Au rezultat următoarele trăsături comune și distinctive între skarnoidele mai sus prezentate.

Trăsături comune

- tendința generală de evoluție spre roci carbonatice a unor roci constituite la origine din minerale de Ca și/sau Mg;
- apariția carbonatului tardiv (pe traiectul unor deformări) care maschează deformarea ca atare;
- existența și a unor deformări, suficient de tardive, pentru a nu mai implica mineralele carbonatice în reacții;
- deși au cauze și istorii diferite, texturile rubanate sau în șlire reprezintă o caracteristică pentru ambele serii.

Trăsături distinctive

- evoluția mineralogiei și chimismului carbonaților din skarnoidele celor două serii este diferită: calcitizare progresivă în seria de Rebra și dolomitizare în seria

The research focused on reaction skarns (skarnoids) has got a new direction and content. Starting from the necessity of studying of all reaction skarn in Romania in the shortest time, the authors first considered the Lainici-Păiuș and Rebra series as belonging to very different areas and conditions.

At first the study presents lithological characters for both Lainici-Păiuș and Rebra series, the place and position of the carbonate rocks bearing skarns in their lithostratigraphy. It reviews the areal distribution of the skarnoids in both the Rodna Mts (Rebra series) and the western South Carpathians (Lainici-Păiuș series).

The most important part of the study belongs to the petrography of the reaction skarns. It results from the microscopical study of the paragenesis and mineral relations. Afterwards, the general characters of the carbonate-silicate rocks are successively presented. At the end one draws the conclusions about the similarities and the distinctive character between the reactions skarns from two areas. The following features of the skarnoids are presented:

Common features

- the general evolution trend of originally Ca and/or Mg minerals-bearing rocks to carbonate rocks;
- the appearance of the late carbonates (on the path of some deformations), masking the deformation itself;
- the existence of other deformations, late enough not to imply the carbonate minerals in reactions;

The banded or schlieren textures are specific characters for both series, even with different causes and histories.

Distinctive features

- the mineralogical and chemical evolution of the carbonates from the skarnoids is different in the two series: progressive dolomitisation in the Lainici-Păiuș Series and calcitisation in the Rebra Series;
- the potential existence of some reactions between inconsistent minerals from the Rebra Series skarnoids;



de Lainici-Păiuș;

- existența potențială a unor reacții între minerale "necompatibile" din skarnoidele seriei de Rebra, neamorsate probabil din cauze inhibitorii ale mediului carbonatic;

- blastează variată și bogată în rocile skarnoide din seria de Rebra: piroxenii, amfibolii, granații, sfen, epidot, rocile cu piroxen și granat formându-se în condiții de exces de cuarț; blasteza tardivă a amfibolului prismatic-acicular;

- metasomatoză cu efecte texturale vizibile în filosilicați;

- migmatizare în seria de Lainici-Păiuș, urmată de deformare și recristalizare carbonatică; coexistența carbonaților cu feldspatul potasic;

- existența mineralelor serpentinite în seria de Lainici-Păiuș, ca substituent al carbonatului dolomit; sincronismul carbonatării calcitice și serpentinizării cu blasteza psilomelanului din rocile adiacente;

- complicarea paragenazelor skarnoide prin prezența unor minerale nespecifice, precum vezuvianul și barytina din seria de Rebra.

they have not developed because inhibition reasons due to carbonate medium;

- varied and rich blastesis in the skarnoid rocks in the Rebra Series: pyroxenes, amphiboles, garnets, sphene, epidote; pyroxene and garnet bearing rocks are formed in excedent quartz conditions; late blastesis of needle-prismatic amphibole;

- a metasomatosi with visible textural effects in the phlosilicats;

- a migmatisation in the Lainici-Păiuș Series followed by deformation and carbonate recrystallization; the coexistence of carbonate minerals with K-feldspar;

- the existence of serpentine minerals as substitute of dolomite carbonate in the Lainici-Păiuș Series; the synchronic calcite carbonate and serpentinitisation with psilomelane blastesis in neighbouring rocks;

- the complication of the skarnoid paragenesis by the appearance in the Rebra Series of nonspecific minerals, as vesuvian and baryte.



STUDIUL BLASTOMILONITELOR DIN CARPAȚII ORIENTALI BLASTOMYLONITES STUDY IN EASTERN CARPATHIANS

G. BINDEA, N. STAN

Structura în pânze a zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali, cu entități relativ subțiri care se urmăresc constant pe distanțe de sute de kilometri în direcția N-S, a generat firesc numeroase întrebări referitoare la modul de formare.

În concepția clasică pânzele prealpine Rarău, Putna și Rodna reprezintă entități cu evoluții diferite, formate în areale diferite, și care au ajuns în poziția actuală datorită unui proces de translatare. Dar tot atât de bine (cel puțin la prima vedere) pânza de Putna, constituită din epimetamorfite prinse între două serii mezometamorfice, poate să reprezinte o zonă de intensă milonitizare formată in situ prin transformarea unui substrat mezometamorfic de genul celui prezent în unitățile de Rodna (de dedesubt) sau Rarău (situată deasupra). În această idee litostratigrafia determinată de noi ar reprezenta de fapt un facies tectonic propriu condițiilor transformărilor retrogresive, imprimate de un fenomen de forfecare crustală. Cu alte cuvinte toată zona de aflorare a grupului Tulgheș nu ar fi altceva decât o zonă imensă de dezvoltare a unor blastomilonite (Pană, 1994).

Totuși evidența mineralogică în urma căreia au fost depistate în rocile grupului Tulgheș relice magmatice tipice (coroziuni magmatice în cuarțuri, cristale bipiramidate de cuarț, feldspați plagioclazi cu habitus idiomorf, feldspați potașici cu triclinicitate scăzută și conținuturi în albit foarte ridicate, proprii unor vechi sanidine, apoi structuri porfirice), arată că nu este posibil ca grupul Tulgheș să fie privit ca un imens milonit, pentru că între momentul magmatic reliefat de relictele menționate mai sus și momentul ultimului metamorfism este imposibil de a mai încadra și alte evenimente metamorfice.

Oricum, la o altă scară și pe porțiuni mai restrânse, existența unor centuri blastomilonitice este clară. Astfel, atât în zona de culisare a pânzelor prealpine (Rarău și Putna) cât și în zona de culisare a pânzelor alpine (bucovinică și subbucovinică), apar secvențe (unele sunt separate de multă vreme) care la o analiză atentă se dovedesc a fi blastomilonite. Bunăoară, formațiunea de Țibău apărând la contactul alpin dintre grupul Rebra din unitatea bucovinică cu grupul Rebra din unitatea subbucovinică, și care a fost descrisă inițial ca formațiune paleozoică, este demonstrat că reprezintă

The structure of the Crystallin-Mesozoic Zone from the East Carpathians consists of thin entities which remain constant on N-S strike for many hundred km and have generated various interpretations concerning their genesis.

In the classical acceptation the pre-Alpine Rarău, Putna and Rodna Nappes are entities with different evolution, generated in several areas. The present disposition was obtained by lateral displacement. But it is possible (at a first sight) that the middle nappe of the complex (the Putna Nappe) be generated by retrogressive metamorphism, because at its top and bottom there are two different mesometamorphic series and the transition between them is gradual. In this way the mapped litostratigraphy could represent tectonic facies, especially the retrogressive transformation of the mesometamorphic substratum. Thus the whole Tulgheș Series could be described as an immense mylonite.

However, the mineralogical evidence is contrary as in the Tulgheș Series rocks we can find typical igneous relics (resorption and pyramidal shape for quartz crystals, euhedral plagioclase feldspars, K-feldspars containing albite in high proportions – similar to the high sanidines). Thus between the moment of greenschist facies metamorphism and the magmatic event it is very difficult to include another moment of metamorphism in amphibolitic facies.

On limited areas the existence of the blastomylonitic belts is clear. Thus mylonitic sequences are described at the contact of the pre-Alpine Rarău and Putna Nappes and at the contact of Alpine Nappes: Bucovinian and Subbucovinian. One of them is "the Țibău Formation". It is mentioned at the contact between the Rebra Group (from the Subbucovinian Unit) and the Rebra Group (from the Bucovinian Unit). Initially it was described as a Paleozoic formation, but now it is considered as a blastomylonite. The substratum was demonstrated to be the Rebra mesometamorphic Group. The divergent biotite from these rocks does not seem to be a relic biotite, but the index mineral for the level of the retromorphism.

At the contact of the pre-Alpine Rarău and Putna Nappes (in fact Baratu Mare) there is the Balaj Formation. It is built up by gneisses with specific struc-



un substrat mezometamorfic complet reorganizat, un blastomilonit.

Biotitul cu orientare divergentă din aceste roci, departe de a fi un biotit relict, indică gradul la care a ajuns retromorfismul.

La contactul dintre pânzele prealpine Rarău și Baratu Mare apare formațiunea de Balaj, constituită din gnaise cu aspect structural specific (inițial a fost atașată fie la grupul Tulgheș (Rădulescu et al.), fie la grupul Rarău în poziția Bretila (Mureșan et al.).

Studiul mineralogic a demonstrat că această entitate separată în sudul Orientalilor reprezintă o zonă de reorganizare totală la nivelul faciesului sisturilor verzi a unui substrat mezometamorfic. Deși legătura cu grupul Rarău nu este demonstrată nici mineralogic, nici litostratigrafic, este foarte probabil ca această entitate să reprezinte tocmai porțiunea din baza pânzei de Rarău afectată cel mai intens în urma șarierii peste grupul Tulgheș, și care ulterior a fost desprinsă și ea de corpul principal.

Au fost efectuate studii petrostructurale mai întâi pe zonele cu blastomilonite de la contactul dintre pânzele prealpine, urmând ca în viitor acestea să fie extinse și pentru cazul celor alpine. Se constată că diagramele petrostructurale (LPO-c-axis a cuarțului) efectuate pentru roci comparabile din punct de vedere compozițional din cele trei pânze principale: Rodna, compusă din grupul Rebra; Putna, compusă din grupul Tulgheș și Rarău, compusă din grupul Rarău, prezintă caracteristici net diferențiate. Simetria rombică cu dezvoltarea de două cordoane se intersectează în (a) pentru gnaisele de Rarău, simetrie rombică cu mai multe maxime situate împrejurul lui (b) pentru gnaisele din Rebra și simetrie monoclină în cazul gnaiselor porfirogene din grupul Tulgheș.

Rezultă de aici că istoria deformațională a celor trei entități nu este comună nici măcar pentru faza terminală. În al doilea rând diagramele petrostructurale efectuate pe gnaisele tip Balaj, deși evidențiind o oarecare asemănare cu cele proprii gnaiselor de Rarău, demonstrează o istorie deformațională mai complexă. În acest fel aceste date (potrivit cărora rocile de tip Balaj au o istorie deformațională și metamorfică mai lungă decât rocile grupului Tulgheș sau ale grupului Rarău) sunt în concordanță cu interpretarea că formațiunea de Balaj reprezintă rezultatul transformării retrogresive de-a lungul unui plan de șariaj de amploare a secvenței bazale a grupului Rarău implicat în transport tectonic peste rocile grupului Tulgheș.

This sequence was initially described as Tulgheș Series rocks. The mineralogical recherches indicated that this entity from the south of the East Carpathians is also a blastomylonitic sequence. The presence of some relic minerals indicated that the retromorphosed substratum was a mesometamorphic substratum. The level of the reorganisation process shows a greenschist facies. Though the relationship between the Balaj Formation and the Rarău Group is not well understood, the Balaj Formation might be the sole of the Rarău Group which was in the front of the Nappe, or maybe it represents another mesometamorphic substratum.

For a petrostructural study we focused our attention on the blastomylonitic zone from the contact between the pre-Alpine nappes. So the L.P.O. axis of the quartz for the Rebra rocks (pre-Alpine Rodna Nappe), Tulgheș rocks (pre-Alpine Putna Nappe) and Rarău rocks (pre-Alpine Rarău Nappe) has different features. For the Rarău gneisses we found rhombic symmetry with two girdles crossing in (a); for the Rebra gneisses-rhombic symmetry with a lot of maxima around (b); and for Tulgheș porphyrogyne gneisses, monoclinic symmetry.

The deformational history of the three investigated entities is not common, not at the end of the process. On the other hand, the Balaj L.P.O. pattern shows some similitude with Rarău L.P.O. patterns, but sometime it reflects a more complex evolution.

These data agree with the idea that the Balaj Formation resulted by retrogressive processes in an shear zone.



CRITERII STRUCTURALE PENTRU DIVIZAREA LITO-TECTONICĂ PRE-ALPINĂ A FUNDAMENTULUI GETIC (CARPAȚII MERIDIONALI) STRUCTURAL CRITERIA FOR PRE-ALPINE LITHO-TECTONIC DIVISION OF THE GETIC BASEMENT (SOUTH CARPATHIANS)

V. IANCU, M. MĂRUNȚIU, P. LEDRU,¹ G. COURRIOUX¹

Studiul zonelor de forfecare din fundamentul pre-alpin al unităților getice-supragetice a continuat, având ca obiective principale: caracterizarea structurilor interne ale unităților lito-TECTONICE de Sebeș, Lotru, Ursu, Cumpăna, Făgăraș; urmărirea și caracterizarea structurală a zonelor de forfecare cu metamorfism de grad mediu-ridicat ce însoțesc discontinuitățile structurale majore; materializarea elementelor structurale comune și a evoluției progresive în cadrul stivei de unități lito-TECTONICE. Pentru aceasta au fost cumulate observațiile și măsurătorile structurale obținute de noi în anii anteriori cu cele efectuate împreună cu Dr. Patrick Ledru (Orléans, Franța) în cadrul deplasărilor de teren comune în Carpații Meridionali. Proiectarea pe hărți structurale și diagrame a fost efectuată pe computer la B.R.G.M. (Franța). Materialele concretizate în aceste hărți structurale și diagrame sunt prezentate în studiu, constituind o noutate în cercetarea terenurilor metamorfice din România.

Studiul a cuprins:

1. *Analiza structurală calitativă a elementelor structurale mezoscopice*, diferențiate în timp, având la bază criterii mineralogice-paragenetice. Au fost elaborate diagrame Schmidt (proiecție în emisfera inferioară), de elemente planare (S_1 , S_2 , foliații blastomilonitice, foliații plan-axiale de cute mezoscopice) și lineare (șarniere de cute B_1 , B_2 , B_3 , lineatii minerale, lineatii de extensie - "stretching lineation").

Principalele concluzii ce s-au desprins sunt:

- cozonalitatea unor elemente planare: foliații S_2 , foliații blastomilonitice sincrone cu S_2 , plane axiale ale cutelor B_2 ;

- dispersia accentuată a foliațiilor S_1 măsurate;

- orientarea dominantă E-W a lineatiilor stretching".

2. *Date structurale comparative*. Acestea au avut la bază elemente structurale diferențiate spațial și aparținând fiecărei unități litotectonice (Sebeș, Cumpăna, Lotru, Ursu, Făgăraș).

The main objectives of the present study have in view the further argumentation for the separated litho-TECTONIC units, and the related shear zones (Iancu, Mărunțiu, 1994, a, b) in the pre-Alpine basement of the Getic domain. New structural and metamorphic data allow us to follow: the characterization of the inner structures of the Sebeș, Lotru, Ursu, Cumpăna, Făgăraș lithotectonic units; the investigation and structural characterization of the medium-high grade metamorphic shear zones accompanying the major structural discontinuities; the materialization of the common structural elements (pre-mylonitic and mylonitic) and of the progressive evolution within the pile of litho-TECTONIC units. For this purpose the observations and structural measurements obtained in the previous years were used in addition to those carried out together with Dr. Patrick Ledru (Orléans, France) on the common field trips in the South Carpathians. The plotting on structural maps and diagrams was achieved by computerization of the differentiated structural elements at B.R.G.M. The materials appearing on these structural maps and diagrams are presented in the study, constituting a new element in the investigation of the metamorphic terranes of Romania.

The study comprises:

1. *The qualitative structural analysis of the mesoscopic structural elements*, differentiated in time on the basis of mineralogical-paragenetic criteria. Schmidt diagrams (plotting in the lower hemisphere) for planar (S_1 , S_2 , blastomylonitic foliations, plane axial foliations of mesoscopic folds) and linear (B_1 , B_2 , B_3 , fold hinges, mineral lineations, stretching lineations) elements were built.

The following conclusions were reached:

- the cozonality of some planar elements: S_2 foliations, blastomylonitic foliations (M_2 related shear zones), axial planes of the B_2 folds;

- the pronounced dispersion of the measured S_1 foliations;

- the dominant E-W trending of the "stretching" lineations.

¹ B.R.G.M., Orléans, Franța



Concluzii preliminare:

- existența unor trăsături particulare pentru fiecare unitate, decurgând din simetria elementelor proiectate și având un corespondent în stilul structural al fiecărei asociații litologice;

- conturarea unor discontinuități structurale majore la nivelul elementelor structurale vechi (S_1 , B_1);

- existența unor elemente structurale comune sau similare la nivelul elementelor D_2 (S_2 , B_2) și a efectelor deformărilor subsecvente, comune pentru unitățile aflate deja în contact.

3. *Criterii cinematice și structuri caracteristice zonelor de forfecare.* Astfel de elemente au fost urmărite în zonele cu milonite în facies amfibolitic sau eclogitic, pentru prima dată evidențiate de Iancu, Mărunțiu (1989, 1994, a, b). Unele dintre aceste contacte tectonice au caractere de încălecare (ex. relația grupului Sebeș cu unități subjacente) în zona de la vest de Olt, iar altele pot reprezenta linii tectonice de tip strike-slip (în special în unitățile de la E de Valea Oltului).

Se remarcă;

- orientarea E-W a lineaziilor "stretching", materializate de markeri pasivi reprezentați de porfiroclaste relictate rotite, cu structuri (umbre de presiune și "cozi") asimetrice sau neoblaste crescute dinamic (ex. disten, sillimanit, biotit, amfibol) în roci cu structuri lineare sau de tip S-C-C';

- existența structurilor dominante lineare în zonele de forfecare din Făgărașul de sud și a structurilor planar-lineare în unitățile situate la vest de Valea Oltului sau în Munții Leaota;

- indicatorii cinematiți măsurați în această etapă arată două direcții importante de transport tectonic, de la sud la nord și de la est către vest, paralel cu unitățile litotectonice cu dispunere E-W.

A fost elaborată o primă variantă de hartă structurală computerizată (pe baza unui program elaborat la B.R.G.M.) a metamorfitelor din stiva de unități pre-alpine conturate de noi în zonele: Căpățâna, Lotru, Cibin, Sebeș și Făgăraș Sud, Leaota. Primele rezultate evidențiază neomogenitatea și schimbarea "stilului" structural de la o unitate la alta, sau în cadrul aceleiași unități de la un sector la altul, putând fi conturate zone cu structuri dominante E-W, structuri aplatizate sau de tip domal, ca și discontinuități datorate contactelor tectonice alpine.

2. *Comparative structural data.* These were based on spatially differentiated structural elements belonging to each lithotectonic unit (Sebeș, Cumpăna, Lotru, Ursu, Făgăraș).

Preliminary conclusions:

- the existence of some peculiar features for each unit, deriving from the symmetry of the plotted elements, and having a correspondent in the structural style of each lithological unit;

- the outlining of some major structural discontinuities at the level of the old structural elements (S_1 , B_1);

- the existence of some common or similar elements at the level of the D_2 (S_2 , B_2) elements and of the effects of the subsequent deformations, common to the units which are already in contact.

3. *Kinematic criteria and structures characteristic of some investigated shear zones.* Such elements were followed in the zones with mylonites in amphibolite or eclogite facies, first pointed out by Iancu, Mărunțiu (1989, 1994 a, b). Some of these tectonic contacts show overthrust characteristics (e.g. the relationship between the Sebeș Group and the subjacent units) in the zone west of the Olt River, while others can represent tectonic lineaments of strike-slip type (especially in the units east of the Olt River).

It is to note:

- the general E-W trending of the main stretching and mineral lineations underlined by: passive, non-material markers, represented by rotated relic porphyroclasts with asymmetrical structures (pressure shadows and tails) and material linear fabrics materialized by dynamically grown phases (e.g. linear distribution of kyanite, sillimanite, clinopyroxene, amphibole, in the medium-high grade mylonites);

- the existence of the prevailing linear fabrics in the strike-slip type shear zones from the South Făgăraș Mts (Cumpăna-Sebeș post - S_2 tectonic contact) and of the plane-linear (S-C type) fabrics in the thrust related shear zones (e.g. Sebeș Unit over Lotru and Cumpăna, in the Sebeș and Lotru Mountains; "Bughea" shear zone - Cumpăna - Lerești tectonic contact - in the Leaota Mts.);

- the observed kinematic indicators point to some different directions of tectonic transport, depending on the relative position in the pre-Alpine incorporated chain (Variscan) and on the relative timing of the shear processes, having in view the polystage tectono-thermal evolution of the low-grade and medium- to high-grade terranes.

The first variant of computerized structural map (Courrioux, Ledru) of the metamorphics from the nappe pile pointed out in the Căpățâna, Lotru, Cibin, Sebeș and South Făgăraș, Leaota zones was achieved. The first results reveal the inhomogeneity and the



change in structural "style" from one sector to another; zones with dominant east-west trending structures, flattened or domal type structures, as well as discontinuities due to the Alpine tectonic contacts could be outlined.

References

- Iancu, V., Mărunțiu, M. (1989) Toronița zone and problems of the pre-Alpine metamorphic basement of the Getic and Danubian Realms. *D.S. Inst. Geol. Geofiz.*, 74/1, p. 223-237, București.
- , Mărunțiu, M. (1994) Reactivated metamorphic complexes in fold and overthrust belts (e.g. South Carpathians). *Rom. J. Petrology*, 76, p. 129-141, București.
- , Mărunțiu, M., (1994) Pre-Alpine litho-tectonic units and related shear zones in the basement of the Getic - Supragetic Nappes (South Carpathians). *Rom. J. Tect & Reg. Geol.*, 75, supplement 2, p. 87-92, București.



RELAȚII ÎNTRE STRUCTURĂ ȘI METAMORFISM ÎN SERIA DE SEBEȘ-LOTU (MUNȚII SEBEȘ-CIBIN) RELATIONSHIPS BETWEEN STRUCTURE AND METAMORPHISM IN THE SEBEȘ-LOTU SERIES (SEBEȘ-CIBIN MTS)

I. STELEA

În Munții Sebeș-Cibin, Seria de Sebeș-Lotru (SSL) corespunde cu aria metamorfismului de presiune medie din cristalinelul getic.

Metamorfism

Istoria metamorfică prealpină a SSL cuprinde două evenimente de metamorfism regional de grad mediu (M_1 și M_2), identificate din date mineralogice și texturale. Evenimentul M_1 este pus în evidență de parageneze relict, constituite din biotit + oligoclaz I + granat, în gnaise, și din biotit + disten + staurolit + granat I + oligoclaz I, în micașisturi. Paragenzele M_2 , subsecvente, constau din muscovit + oligoclaz II + feldspat potasic ± epidot, în gnaise, și din muscovit + oligoclaz II ± sillimanit ± granat II, în micașisturi. Ele sunt asociate cu o foliație penetrativă, suborizontală (S_2). Vârstele de răcire ale muscovitului sunt Paleozoic târziu (Dallmeyer et al., 1994), sugerând că evenimentul M_2 este Variscic.

Evoluția retrogradă M_1 - M_2 este guvernată de scăderea mai rapidă a presiunii decât a temperaturii, ducând la descompunerea distenului și cristalizarea sillimanitului. Acest model PT este compatibil cu o ridicare în bloc a cristalinelului getic în timpul metamorfismului M_2 .

Structură

SSL are o structură tabulară rezultând din stivuirea orizontală a patru formațiuni metamorfice (Fig. 1). De jos în sus, acestea sunt: a) gnaise oculare, b) gnaise micacee, c) gnaise cuarțo-feldspatice (QF), cu lentile de peridotite și eclogite amfibolitizate și d) micașisturi, cu lentile de roci manganifere. Gnaisele oculare afloră în structuri domale învelite de gnaise micacee. Toate formațiunile conțin litologii relict, metamorfice și magmatice, cu paragenze M_1 dominante. Ele s-au păstrat ca sămburi (ex. tonalite în gnaise oculare) sau lentile (ex. granitoide biotitice în gnaise micacee, micașisturi cu disten în micașisturi cu sillimanit), nepenetrare de foliația S_2 .

In the Sebeș-Cibin Mts, the Sebeș-Lotru series (SLS) corresponds to the area of medium-pressure metamorphism from the Getic crystalline.

Metamorphism

The Pre-Alpine metamorphic history of SLS comprises two events of medium-grade regional metamorphism (M_1 and M_2), identified from mineralogical and textural data. The M_1 event is pointed out by relic parageneses, consisting of biotite + oligoclase I + garnet, in gneisses, and biotite + kyanite + staurolite + garnet I + oligoclase I, in micaschists. The subsequent M_2 parageneses consist of muscovite + oligoclase II + K-feldspar ± epidote in gneisses, and muscovite + oligoclase II ± sillimanite ± garnet II, in micaschists. They are related to a subhorizontal, penetrative foliation (S_2). The muscovite cooling ages are Late Paleozoic (Dallmeyer et al., 1994), suggesting that the M_2 event is Variscan.

The retrograde evolution M_1 - M_2 is governed by decrease of the lithostatic pressure, more rapidly than the temperature, which leads to kyanite breakdown and sillimanite crystallization. This PT path is consistent with a block uplift of the Getic crystalline, during the M_2 metamorphism.

Structure

SLS has a tabular structure consisting in the horizontal stacking of four metamorphic formations (Fig. 1). From bottom to top, these are: a) augen gneisses, b) mica gneisses, c) quartzo-feldspathic (QF) gneisses, with lenses of amphibolitized eclogites and peridotites and d) micaschists, with lenses of manganiferous rocks. The augen gneisses outcrop in domal structures, mantled by mica gneisses. All the formations contain relic lithologies, metamorphic and magmatic, with prevalent M_1 parageneses. They were preserved as cores (e.g. tonalites in augen gneisses) or lenses (e.g. biotite granitoids in mica gneisses, kyanite-bearing micaschists in sillimanite-bearing micaschists), unpenetrated by the S_2 foliation.



Cele patru formațiuni trebuie să se fi format în timpul metamorfismului M_1 , din moment ce protolitiile lor sunt constituite din parageneze M_1 . Prin urmare, limitele dintre ele sunt vechi suprafețe S_1 , cu excepția limitei gnaise QF/gnaise micacee, care poate fi de natură tectonică. Dacă lentilele de eclogite și peridotite, concentrate în formațiunea gnaiselor QF, au fost puse în loc printr-un mecanism tectonic (Iancu și Mărunțiu, 1994), atunci planul tectonic trebuie să fie un șariaj coincident cu limita inferioară a acestei formațiuni. În această poziție el separă două stive cu litologii diferite: una superioară, constituită din metapelite, roci manganifere, peridotite, gnaise QF, eclogite și amfibolite, și una inferioară, constituită din gnaise micacee, gnaise oculare și granitoide relict. Deoarece paragenezele M_1 din cele două stive sunt asemănătoare (biotit, plagioclaz, granat, disten), șariajul dintre ele trebuie să fi fost sin- M_1 , pentru a juxtapune roci de grade apropiate.

Discontinuitățile structurale din SSL au fost locuri de concentrare a strainului în timpul M_2 . În consecință, ele s-au comportat ca zone de forfecare, cu excepția limitei gnaise QF/gnaise micacee, care a fost distrusă prin transpoziție metamorfică după S_2 . Celelalte două limite au fost active ca falii de detașare ductilă, puse în evidență de aliniamente de milonite de grad mediu (Fig. 2). Milonitele formate prin deformarea micașturilor de la contactul cu gnaisele QF conțin parageneze sincinematice de muscovit + margarit ± paragonit sau muscovit + margarit + cuarț + sillimanit, și recristalizări postcinematice de cloritoid și apatit. În jurul domurilor de gnaise oculare, strainul a fost acomodat prin recristalizări postcinematice de biotit II + oligoclaz II ± granat II ± disten II.

În Munții Sebeș-Cibin, foliația S_2 înclină ușor spre sud. La scara aflorimentului ea este frecvent discordantă față de limitele litologice contrastante, cum sunt limitele micașturi/amfibolite și gnaise micacee/amfibolite. La scară regională suprafețele S_2 sunt paralele cu limitele formațiunilor, cu excepția limitei micașturi/gnaise QF, pe care o intersectează la unghi mic (10^0 – 20^0).

În timpul orogenezei alpine SSL a fost slab afectată de cute largi, cu direcție E-W, fără clivaj de plan axial. Imprintul alpin este mai puternic în nord-estul Munților Cibin, unde cutede, cu direcție NW-SE, sunt strânse până la izoclinale. Asociații minerale de grad scăzut (clorit, albit) se asociază cu o foliație nepenetrativă (S_3) rezultată prin reducerea tectonică a șarnierelor. Reactivarea alpină (J_1 – K_2) a unei falii transcurrente prealpine a modificat poziția foliației S_2 pe marginea nordică a Munților Sebeș-Cibin (Fig. 2), prin deplasarea blocurilor tectonice adiacente.

The four metamorphic formations must have been formed during the M_1 event, since their protolites consist of M_1 parageneses. Therefore the boundaries between them are old S_1 surfaces, except the QF gneisses/mica gneisses boundary, which can be of tectonic nature. If the eclogite and peridotite lenses, concentrated inside the QF gneisses formation, have been emplaced through a tectonic mechanism (Iancu and Mărunțiu, 1994), then the tectonic plane must be a thrust coincident to the lower boundary of this formation. In this position, it separates two piles of different lithologies: an upper one, consisting of metapelites, manganese rocks, peridotites, QF gneisses, eclogites and amphibolites, and a lower one, consisting of mica gneisses, augen gneisses and relic granitoids. As the M_1 parageneses in the two piles are similar (biotite, plagioclase, garnet, kyanite), the thrust between them must be syn- M_1 , in order to juxtapose rocks of similar grade.

The structural discontinuities inside SLS have been places of strain concentration during M_2 . Consequently, they behaved as shear zones, except for the QF gneisses/mica gneisses boundary which was destroyed by metamorphic transposition after S_2 . The other two boundaries were active as ductile detachment faults, pointed out by medium-grade mylonites (Fig. 2). The mylonites formed by the micaschists deformation near the contact with the QF gneisses contain synkinematic parageneses of muscovite + margarite ± paragonite or muscovite + margarite + quartz + sillimanite, and postkinematic recrystallisations of chloritoid and apatite. Around the augen gneisses domes, the syn- M_2 strain was accommodated by postkinematic recrystallisations of biotite II + oligoclase II ± garnet II ± kyanite II.

The S_2 foliation in the Sebeș-Cibin Mts is gently dipping southward. At the outcrop scale, it is discordant in respect to the lithological boundaries, such as micaschists/amphibolites and mica gneisses/amphibolites. At regional scale, the S_2 surfaces are parallel with the formations boundaries, except for the one between micaschists and QF gneisses, which they intersect at low angle (10^0 – 20^0).

During the Alpine orogeny, SLS was weakly affected by large E-W trending folds, without axial plane cleavage. The Alpine imprint is stronger in the north-eastern part of the Cibin Mts, where the NW-SE trending folds are tight to isoclinal. Low-grade mineral assemblages (chlorite, albite) are related to a non-penetrative foliation (S_3), resulting by tectonic reduction of the folds limbs. The Alpine reworking (J_1 – K_2) of a Pre-Alpine transcurrent fault modified the S_2 foliation trend on the northern margin of the Sebeș-Cibin Mts (Fig. 2), by the removal of the adjacent tectonic blocks.



References

- Dallmeyer, R. D., Neubauer, F., Mocanu, V., Fritz, H. (1994) $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age controls for the Pre-Alpine and Alpine tectonic evolution of nappe complexes in the Southern Carpathians. *Rom. J. Tect. Reg. Geology*, 75, 2, p. 77-86, București.
- Iancu, V. Mărunțiu, M. (1994) Reactivated metamorphic complexes in fold and overthrust belts (e.g. South Carpathians). *Rom. J. Petrology*, 76, p. 129-141, București

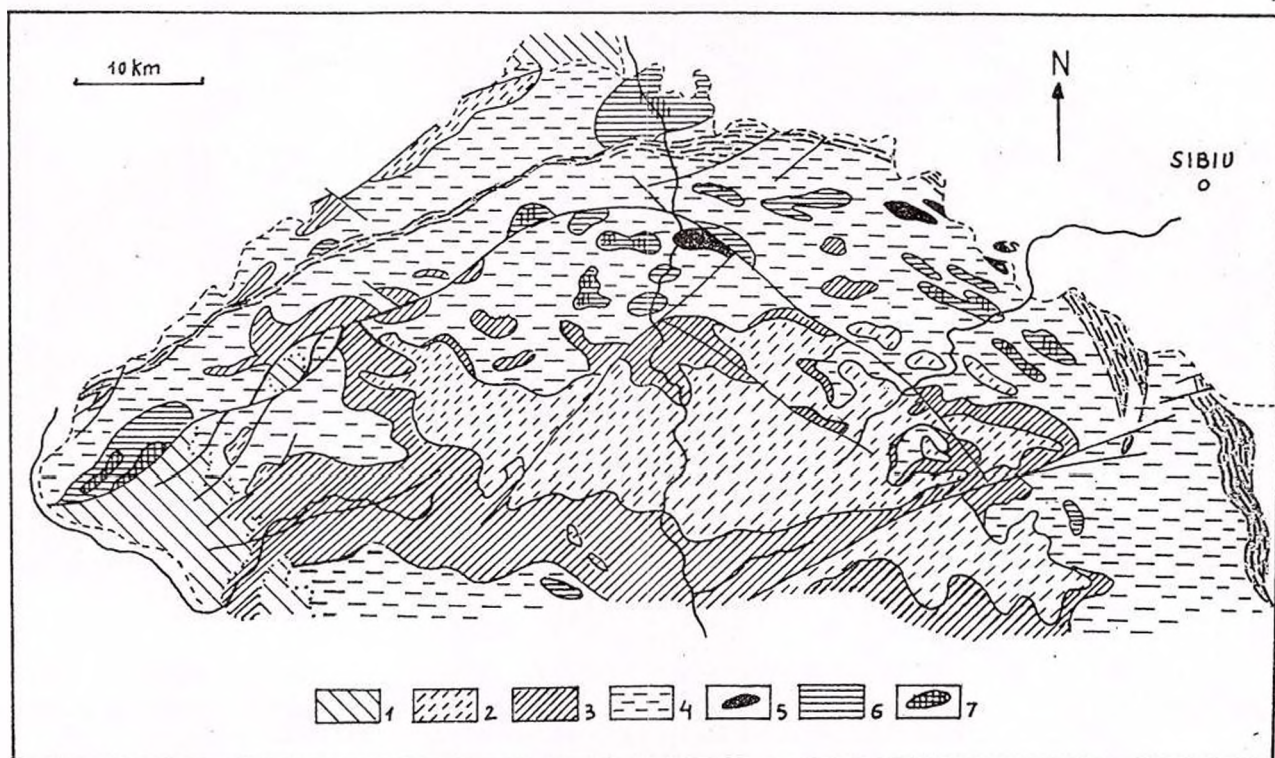


Fig. 1

Harta geologică a Munților Sebeș-Cibin: 1, cuvertură mezozoică; 2, micașisturi; 3, gnaise cuarțo-feldspatice; 4, gnaise micacee; 5, granitoide biotitice; 6, gnaise oculare; 7, tonalite.

Geological map of the Sebeș-Cibin Mts. 1, Mesozoic cover; 2, micaschists; 3, quartzofeldspathic gneisses; 4, mica gneisses; 5, biotite granitoids; 6, augen gneisses; 7, tonalites.

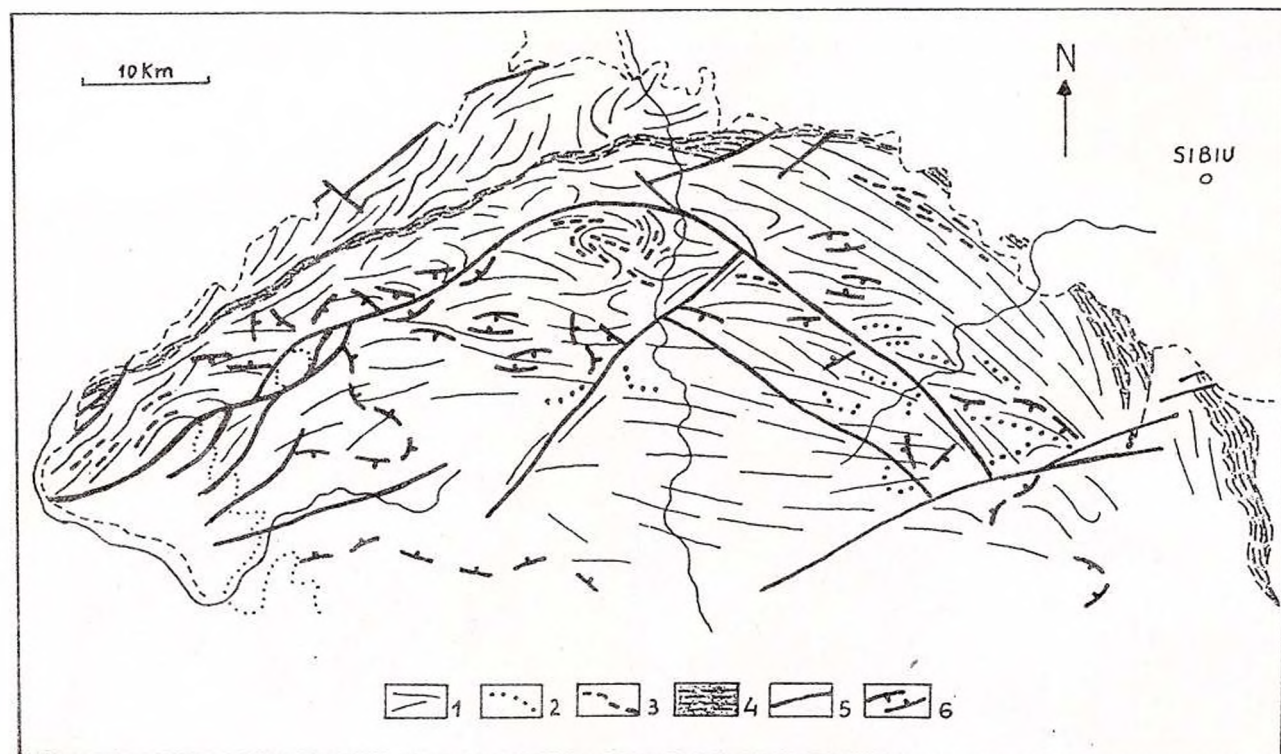


Fig. 2

Schița structurală a Munților Sebeș-Cibin; 1, trendul foliației S_2 ; 2, milonite muscovitice (falie de detașare varistică); 3, milonite biotitice (falii de detașare varistice); 4, milonite cataclazate (falie transcurența varistică reactivată în Alpin); 5, falii verticale și normale alpine; 6, șariaj prevariscic (dedus).

Structural sketch of the Sebeș-Cibin Mts. 1, trend of S_2 foliation; 2, muscovite mylonites (Variscan detachment fault); 3, biotite mylonites (Variscan detachment faults); 4, cataclased mylonites (Variscan transcurrent fault, Alpine reactivated); 5, Alpine vertical normal fault; 6, Pre-Variscan thrust (inferred).

FORMAȚIUNI CRISTALINE DIN DOBROGEA CENTRALĂ ȘI DE NORD ÎN CONTEXTUL IPOTEZEI CENTURILOR DE FORFECARE CRUSTALĂ METAMORPHIC FORMATIONS IN CENTRAL AND NORTH DOBROGEA FROM THE VIEWPOINT OF THE SHEAR-BELT HYPOTHESIS

C. STRUTINSKI

Una din problematicile care ne-au suscitat interesul în cadrul studiului dedicat metamorfitelor din Dobrogea Centrală și de Nord, în contextul ipotezei centurilor de forfecare, a fost prezența cloritoidului în șisturile verzi de la Altân Tepe. Primul care face mențiunea acestui cloritoid este Ionescu-Bujor (1937). Pe baza puținelor referiri pe care le dă acest autor, s-ar putea trage concluzia că cloritoidul este legat de un anumit nivel stratigrafic, mai cuarțitic, al stivei de șisturi verzi, adus la zi în axul unei cute anticlinale. Ulterior, Mirăuță (1969) include "șisturile cu cloritoizi" în seria filitoasă (infragrauwackică) a șisturilor verzi, legându-le, practic, și el de o unitate litostratigrafică.

Cercetările noastre au arătat că cloritoidul de la Altân Tepe se leagă, de fapt, de una sau două zone de forfecare, care au afectat șisturile verzi, după ce acestea suferiseră deja primul lor metamorfism în subfaciesul cu clorit. De altfel, "fracțiunea șisturilor verzi" își datorează numele acestui mineral care conferă o culoare cenușie-verzuie caracteristică rocilor. Metamorfismul în faciesul cu clorit a afectat o serie fin-grezoasă, argiloasă, monotonă, în grosime de 4000-5000 m, nereușind să șteargă caracterele primare ale rocilor. Cu atât mai mult frapează cele două zone în care apar rocile cuarțitice cu cloritoid, în lungul lor șisturile verzi suferind transformări accentuate, fiind strâns microcutate și dobândind o foliație metamorfică penetrativă și luciu mătăsos.

Pentru a demonstra că nu avem de-a face doar cu un nivel stratigrafic deosebit, compatibil din punct de vedere chimic cu prezența cloritoidului, am efectuat mai multe analize chimice pe șisturi verzi, provenind de pe o suprafață de cca 80 km², precum și pe rocile purtătoare de cloritoid (Fig. 1). Am folosit, în plus, și trei analize chimice comunicate de Ionescu-Bujor (1937).

Analizele chimice le-am proiectat într-o diagramă Al₂O₃-MgO/CaO- Na₂O/K₂O (Fig. 2). În ciuda unor variații granulometrice și - legate de acestea - modale, șisturile verzi ce alcătuiesc fondul regiunii s-au grupat destul de strâns, dovedind variații chimi-

One of the main topics within the large subject on Dobrogean metamorphism is the presence of chloritoid in the "Green Schists Formation" from Central Dobrogea.

Chloritoid was mentioned for the first time by Ionescu-Bujor (1937) on the outskirts of the miners' settlement of Altân Tepe. The brief description given by this author, as well as later considerations by Mirăuță (1969), are suggesting that chloritoid is linked to a specific, more quartzitic, stratigraphic level within the "green schists" pile.

Our investigations carried out during the last few years showed, however, that chloritoid from Altân Tepe occurs only along one or two narrow shear zones (Fig. 1) and that beyond them this mineral is unknown in the bulk of the "green schists".

The "Green Schists Formation" (Upper Proterozoic-Lower Cambrian) consists of a 4000 to 5000 m thick monotonous pile of metagraywackes and metapelites that owes its name to the predominant grey-green colour of the rocks, due to the ubiquity of chlorite. However, "green schists" is not a suitable term so far as the weakly metamorphosed graywackes and pelites show only a faint fracture cleavage that does not affect significantly their sedimentary structure. Only along the narrow shear zones is this structure destroyed; the rocks lose their dull, grey-green colour and become bright and lustrous, due to an increasing preponderance of white mica over chlorite. Detrital feldspar (plagioclase, more rarely microcline), an important component in the metapsammities, is completely or almost completely missing in the rocks of the shear zones, while instead chloritoid-bearing assemblages appear.

In order to prove that it was not a stratigraphic, but a tectonic control which was responsible for the occurrence of chloritoid, chemical analyses were carried out on "typical" "green schists" and on chloritoid-bearing sericitic quartzites. Three older analyses reported by Ionescu-Bujor (1937) were also taken into account. The "green schists" samples were



ce în limite nu prea largi. În același câmp se proiectează, de altfel, și șisturile algonkienne din sudul Poloniei (Lydka și Siedlecki, 1963) cu care șisturile verzi central-dobrogene au fost deseori paralelizate.

Spre deosebire de aceste roci, cuarțitele cu cloritoid ocupă poziții excentrice, foarte apropiate de colțul Al_2O_3 . În schimb, un șist verde extrem de bogat în carbonat de calciu, situat în imediata vecinătate a rocilor cu cloritoid, se proiectează departe de acestea, dincolo de câmpul corespunzător fondului regiunii. În diagramă au mai fost trecute șase analize pe roci slab metamorfozate din masivul Venn-Stavelot, renumit pentru ocurențele sale de cloritoid, precum și analizele standard ale unui șist argilos și a unei grauwacke.

Se vede că față de aceste etaloane șisturile verzi central-dobrogene și cele din sudul Poloniei sunt mai bogate în alumină, dar nu ajung la compoziția rocilor din Ardeni, care par să fie, prin însuși chimismul lor inițial, propice apariției cloritoidului, chiar și în condițiile unui metamorfism izochimic.

Cloritoidele de la Altân Tepe, în schimb, le considerăm formate în urma unei puternice mobilizări petrecute de-a lungul aliniamentelor de forfecare, care au determinat, pe de o parte, levigarea intensă a alcaliilor și alcalino-pământoaselor și îmbogățirea restitelor în SiO_2 și Al_2O_3 (urmarea fiind generarea cuarțitelor cu cloritoid), iar pe de altă parte, redepunerea în zonele "poroase" adiacente a elementelor levigate, înainte de toate a calciului (șistul verde carbonatic).

Prin urmare, ne aflăm în prezența unui proces de diferențiere metamorfică, determinat de mobilitatea deosebită a soluțiilor într-o zonă de forfecare crustală.

taken from localities scattered over an area of about 80 km² (Fig. 1).

The analyses were plotted on an Al_2O_3 - MgO/CaO - $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ diagram, chosen in regard of the inhibiting (MgO , CaO , Na_2O , K_2O) versus promoting (Al_2O_3) action of oxides on chloritoid generation (Halferdahl, 1961). In spite of the different grain size and of related modal variations, all the "green schists" fall into a relatively narrow field (Fig. 2), proving their premetamorphic consanguineous character. In the same field are also plotted the "algonkian" schists from southern Poland (Lydka & Siedlecki, 1963), that have been repeatedly equated to the Central Dobrogean "green schists".

Compared to this chemically well-defined group of rocks, the chloritoid-bearing quartzites occupy excentric positions, much near the Al_2O_3 corner. On the other hand, a "green schist" unexpectedly rich in calcite, that in the field occurs close to the chloritoid-bearing rocks, plots also outside the "green schists" field, but to the opposite side, as compared to the chloritoid assemblages.

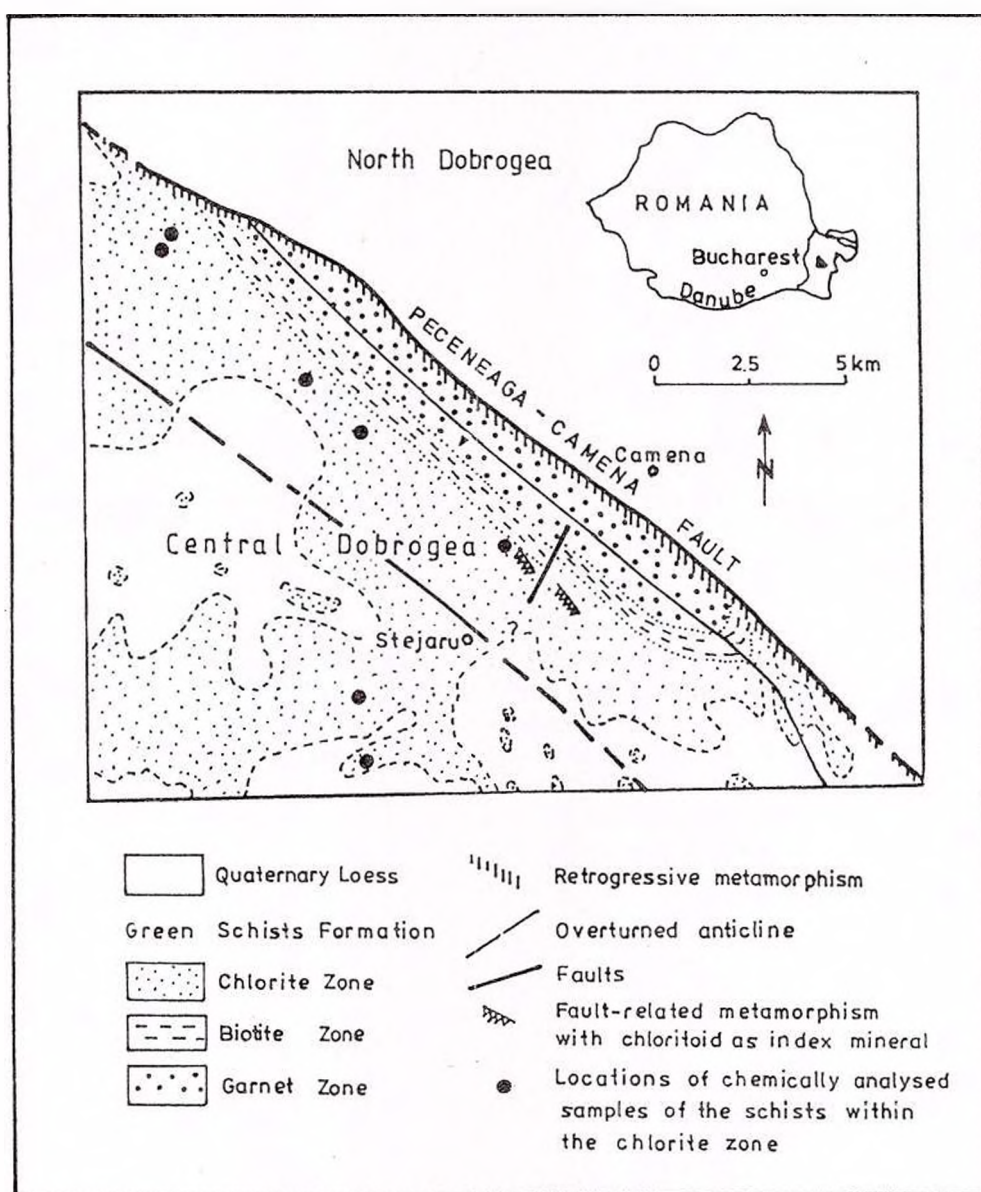
In the diagram are also plotted, for comparison, six analyses of weakly metamorphosed slates from the Venn-Stavelot Massif (Kramm, 1973), well known for their chloritoid assemblages, as well as a standard shale and graywacke.

It can be easily seen that, compared with these standards, the Central Dobrogean "schists" and those from southern Poland are more aluminous, but do not attain the peraluminous composition of the Ardenne slates that seem to have an initial composition that promotes crystallization of chloritoid from the very beginning, under nearly isochemical conditions. For the chloritoid from Altân Tepe, however, the data suggest that it was formed due to an intense fluid mobilization along the shear zones, that brought about an intense leaching of alkalies and lime, and at the same time an enrichment in SiO_2 and Al_2O_3 of the restite, that enabled chloritoid generation. The lime, less mobile than the alkalies, migrated only some tens of metres before being redeposited as calcite in the rocks adjacent to the shear zones.



References

- Halferdahl, L.B. (1961) Chloritoid: its composition, X-ray and optical properties, stability and occurrence. *J. Petrol.*, 2/1, p. 49-135.
- Ionescu-Bujor, D. (1937) Beiträge zur Petrographie der mittleren Dobrogea (Rumänien). III. Die Grünschiefer-Zone. *Fortschr. Min. Krist. Petr.*, 21/1, p. 27-32.
- Kramm, U. (1973) Chloritoid stability in manganese-rich low-grade metamorphic rocks, Venn-Stavelot Massif, Ardennes. *Contr. Min. Petrol.*, 41, p. 179-196.
- Lydka, K., Siedlecki, S. (1963) On Algonkian deposits in the environs of Cracow. *Bull. Acad. Pol. Sci., Sér. Sci. Géol. et Géogr.*, XI/2, p. 75-81.
- Mirăuță, O. (1969) Tectonica Proterozoicului superior din Dobrogea Centrală. *An. Inst. Geol.* XXXVII, p. 7-37.



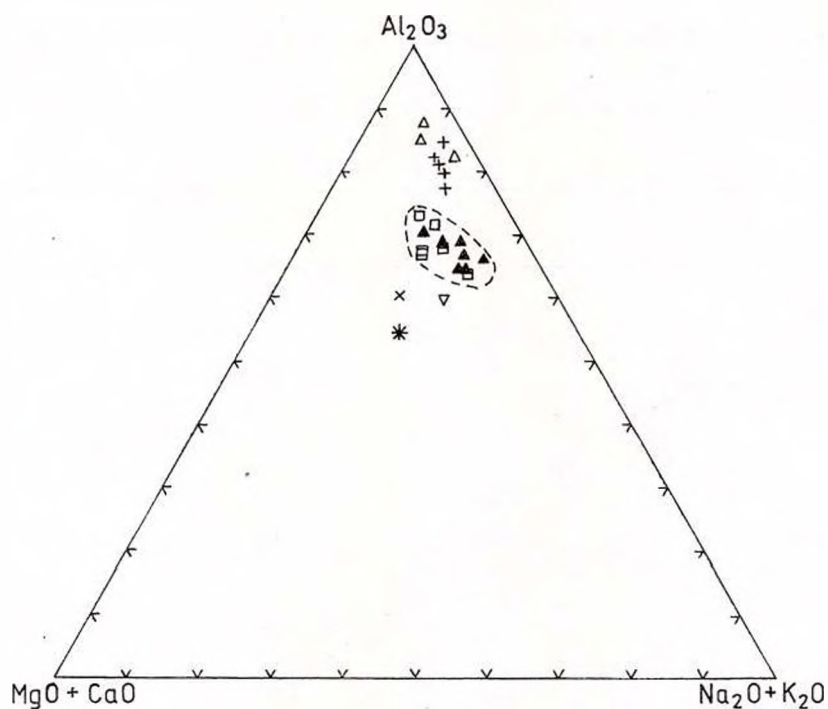


Fig. 2

- ▲ "green schists" (Central Dobrogea);
- green schists (Southern Poland);
- + chloritoid-bearing slates (Ardennes);
- △ chloritoid-bearing quartzites (Central Dobrogea);
- ▽ calcite-bearing "green schist" (Central Dobrogea);
- × standard shale;
- * standard graywacke.

ARI DE OCURENȚĂ A ROCILOR CU CLORITOID SI SEMNIFICAȚIA LOR TECTONICĂ ÎN MASIVUL RODNA CHLORITOID-BEARING ROCKS IN THE RODNA MASSIF AND THEIR TECTONIC SIGNIFICANCE

E. MOSONYI, C. STRUTINSKI, D. PAPP

Cloritoidul este un mineral relativ rar întâlnit datorită compoziției lui paraluminoase și a câmpului de stabilitate îngust evidențiat de grilele petrogenetice. El poate apare, totuși, într-o paletă largă de condiții, fiind menționat în ambianțe intrusive, metamorfice și tectonice de forfecare (Halferdahl, 1961).

Frecvența lui relativ mare în masivul Rodnei (Fig.), în condițiile unui substrat cu compoziție chimică obișnuită, poate fi explicată prin manifestarea unor procese allochimice, responsabile de levigarea alcaliilor și a calciului și relativa îmbogățire în Al și Si. Astfel de condiții caracterizează zonele de deformare intensă, ca de exemplu talpa încălecărilor, marcată prin secvențe ± groase de blastomilonite.

Rocile cu cloritoid din masivul Rodnei sunt în realitate blastomilonite generate în lungul unor plane de forfecare de vârstă alpină sau pre-alpină. Ele prezintă o foliație milonitică S_3 și o liniație de striatie uneori asociată cu o liniație minerală concordantă, pusă în evidență de filosilicați. Blastomilonitele s-au format pe seama unor roci metamorfice de grad scăzut până la mediu, la alcătuirea lor participând cel puțin două generații de minerale. Cea mai veche dintre acestea cuprinde asociația:

cuartț-plagioclaz-biotit-muscovit ± granat,

aflată în dezechilibru cu asociațiile mai noi (unele minerale ale asociației primare se intuiesc doar pe baza existenței pseudomorfozelor). Generația nouă constă în următoarele asociații:

cuartț-clorit-cloritoid-sericit-
± disten ± stilpnomelan;

cuartț-clorit-sericit-albit ± carbonați;

cuartț-sericit-biotit-epidot.

În cadrul blastomilonitelor cloritoidul este prezent în acele varietăți bogate în Fe^{2+} ce au suferit o îmbogățire în Al_2O_3 prin levigarea preferențială a alcaliilor și a calciului în condiții de strain ridicat.

Studiul secțiunilor subțiri a evidențiat blasteza în două etape a cloritoidului: sincinematic față de S_3 (cristale sau nuclei de cristale cu $S_i \neq S_e$) și respectiv, postcinematic ("rozete" și aglomerări cu $S_i = S_e$ sau borduri lipsite de incluziuni în jurul nucleilor crescuți sincinematic).

Chloritoid is a relatively rare mineral due to its chemical (peraluminous) composition and its narrow wedge-shaped stability field in the petrogenetic grid. Its occurrence was mentioned under various genetic conditions, i.e. in igneous, metamorphic and tectonic (shear) environments (Halferdahl, 1961).

Its relative frequency in the Rodna Massif (Fig.) may be explained on the background of a common chemical composition under allochemical metamorphic conditions, implying alkali and lime depletion and relative enrichment in Al and Si. Such conditions are encountered in high deformation zones, like overthrust soles marked by ± thick blastomylonitic sequences.

Chloritoid-bearing rocks from the Rodna Massif are in fact blastomylonites, developed along Alpine- and pre-Alpine shear zones. They show a mylonitic foliation S_3 and a striation lineation sometimes associated with a concordant mineral lineation evidenced by phyllosilicates. The blastomylonites were formed on low- and medium-grade metamorphic rocks and consist of at least two generations of assemblages. The older of them is represented by:

quartz - plagioclase - biotite - muscovite ± garnet, being in disequilibrium with the newer one (some of the minerals of the first assemblage are preserved only as pseudomorphs).

The new generation is mainly formed of the assemblages:

quartz - chlorite - chloritoid - sericite ± kyanite ± stilpnomelane;

quartz - chlorite - sericite - albite ± carbonates;

quartz - sericite - biotite - epidote.

Within the blastomylonitic rocks, chloritoid is present wherever under sufficiently high Fe^{2+} contents an Al_2O_3 enrichment took place by preferential depletion of alkalies and lime under conditions of high strain.

The study of thin sections evidenced a two-stage blastesis of chloritoid: syn-kinematic with regard to S_3 (chloritoid with $S_i \neq S_e$ or cores of larger grains with $S_i \neq S_e$) and post-kinematic (unoriented chloritoid "rosettes" and "swarms" with $S_i = S_e$ or rims



Analizele chimice preliminare ale cloritoidelor din masivul Rodnei arată conținuturi de 0,2-0,4 % MnO, 0,4-1,6 % MgO și 10 % FeO.

Cartarea blastomilonitelor cu cloritoid a pus în evidență o nouă zonă de forfecare la izvoarele văii Anieșul Mic, unde date anterioare (Kräutner et al., 1982) revelaseră doar relații de discordanță între seriile metamorfice de Bretila și Repedea. Continuitatea acestui plan în zonele învecinate urmează a fi urmărită în viitor prin continuarea investigațiilor structurale și petrologice.

- without inclusions - on syn-kinematically grown cores).

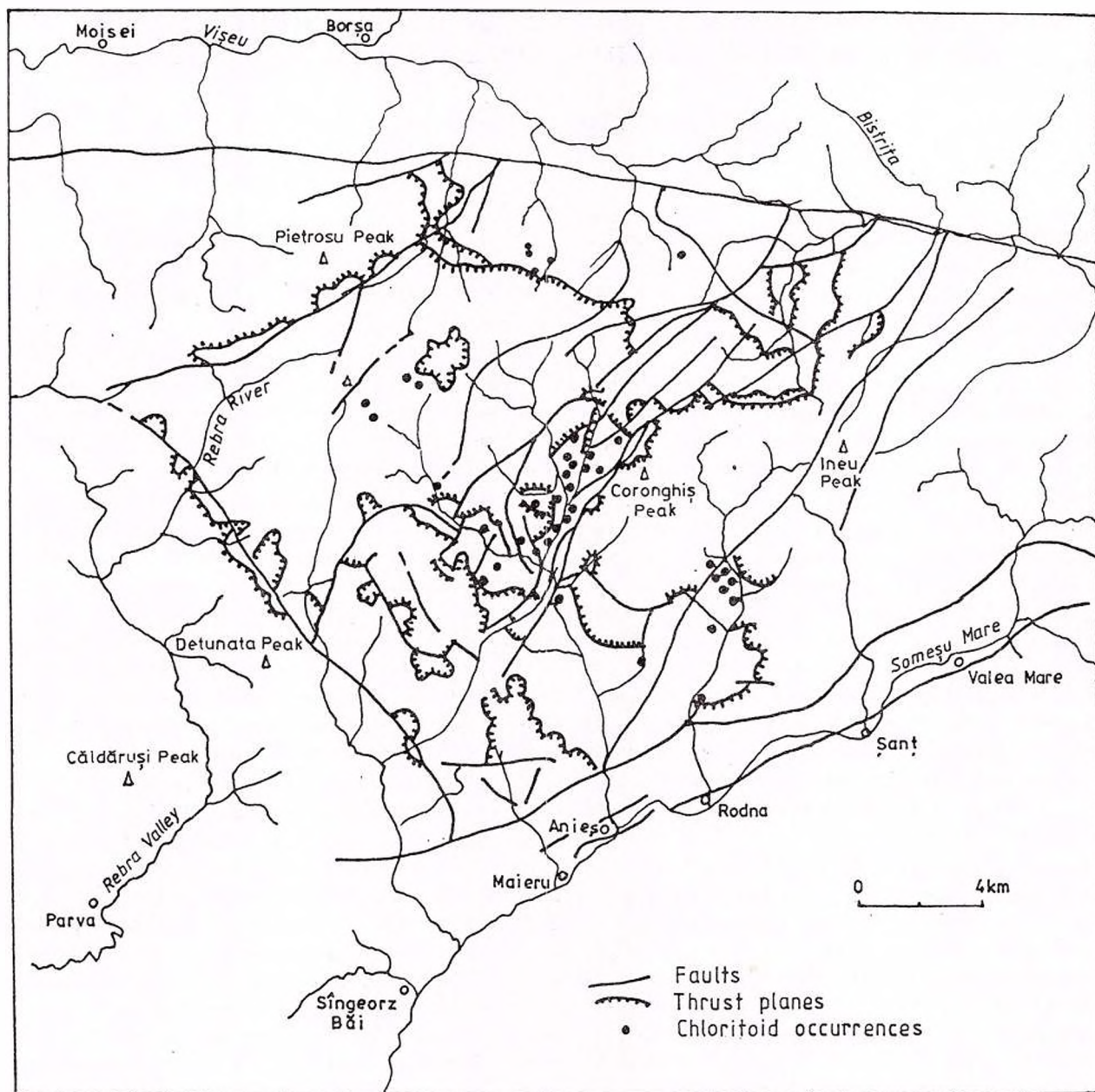
Chemical analyses so far carried out on Rodna chloritoids show contents of 0.2-0.4 % Mn, 0.4-1.6 MgO and 10 % FeO.

Mapping of chloritoid occurrences evidenced a hitherto unrecognized shear plane in the spring zone of the Anieșul Mic Valley, where Kräutner et al. (1982) took into consideration only a stratigraphic discordance between the involved Bretila and Repedea metamorphic series. The continuation of this plane in the neighbouring regions shall be verified by further structural and petrological investigations.

References

- Halfordahl, L. B. (1961) Chloritoid: its composition, X-ray and optical properties, stability and occurrence. *J. Petrol.*, 2/1, p. 49-135.
- Kräutner, H. G., Kräutner, F., Szász, L. (1982) Harta geologică a României, scara 1:50.000, foaia Pietrosul Rodnei. I.G.G., București.





Tectonic map of the Rodna Massif. Showing distribution of chloritoid-bearing rocks (faults and thrust planes after Kräutner et al., 1978, 1982, 1983, 1989)

VARIAȚIA GRADULUI DE METAMORFISM AL SERIEI REBRA DIN PARTEA DE NV A MUNȚILOR RODNEI VARIATION OF METAMORPHIC GRADE IN THE REBRA SERIES FROM THE NORTH-WESTERN PART OF THE RODNA MASSIF

C. STRUTINSKI, E. MOSONYI

Extremitatea nord-vestică a masivului cristalin al Rodnei este constituită din roci aparținând seriei de Rebra (Kräutner, 1968) care, din punct de vedere structural, intră în alcătuirea pânzei (subbucovinice) de Rodna.

Cercetările noastre se bazează pe cartări de teren și pe analiza secțiunilor subțiri ale rocilor ce alcătuiesc partea superioară a seriei de Rebra, cuprinse în așa-numita formațiune de Ineu (Kräutner et al., 1982) ce acoperă o arie de 35–45 km².

Rezultatele preliminare scot în evidență caracterul polimetamorfic al formațiunii de Ineu, ce a fost afectată de cel puțin trei evenimente metamorfice (M_1 – M_3) însoțite de deformări. Faza M_1 aproape că nu mai poate fi recunoscută ca atare. Noi am atribuit acestei faze relictelor unor cristale de hornblendă verde, marginal substituite prin aureole biotitice. Glomerule alcătuite din solzișori divers orientați de biotit, observabile în unele din secțiunile examinate și care seamănă cu aureolele sus-menționate, le-am pus, de asemenea, pe seama substituirii unor hornblende preexistente.

Asociația biotit-almandin s-a format în cursul unei prime faze retromorfe (M_2) ce a fost contemporană cu o cutare strânsă a rocilor. Momentul M_2 este relativ bine conservat la anumite nivele în cadrul stivei metamorfice. În general însă biotitul și granatul apar sub formă de relict într-o matrice recrystalizată alcătuită din asociația: cuarț-clorit-sericit±epidot, ce caracterizează, de fapt, faza M_3 . Metamorfismul regresiv corespunzător acestei faze este atotprezent în întreaga zonă de aflorare a rocilor formațiunii de Ineu. El este contemporan cu o nouă fază de deformare, responsabilă pentru crearea liniației penetrative ce vădește o constanță remarcabilă în orientări. Această liniație este interpretată a marca direcția de mișcare ('direcția transportului tectonic') în timpul fazei M_3 . Orientarea ei actuală este VNV-ESE cu afundări slabe (15–20°) spre VNV. În timpul deformărilor contemporare fazei M_3 structura microcutată anterioară a fost estompată local prin dezvoltarea unei foliații penetrative plan-axiale, marcată prin benzi micacee. Faza M_3 sindeformațională pare

The north-western extremity of the Rodna crystalline Massif (consists of rocks belonging to the Rebra Series (Kräutner, 1968), considered to build up the huge Rodna nappe.

The investigations have been carried out by field mapping and thin section analysis of rocks of the monotonous upper part of the Rebra Series. The so-called Ineu Formation (Kräutner et al., 1982), that covers an area of about 35–40 km².

Preliminary results reveal the polymetamorphic nature of the Ineu Formation that has undergone at least three metamorphic events (M_1 – M_3) and corresponding deformation phases. M_1 is almost entirely obliterated; only some relic hornblende crystals, surrounded by a corona of biotite, may be attributed to this stage. Clusters of randomly oriented biotite flakes, that have been occasionally observed in this sections, seem to represent the ultimate replacement product of pre-existing hornblende.

The association biotite-almandine was formed during a first retrogressive metamorphism (M_2), that was coeval with tight folding of the rocks. M_2 is fairly well preserved in certain sequences within the metamorphic pile. However, biotite and garnet occur mostly as relics in a recrystallized matrix consisting of the assemblage: quartz-chlorite-sericite ± epidote, that is actually characterizing stage M_3 . The pervasive retrogressive metamorphism of this stage is ubiquitous in the whole outcrop area of the Ineu Formation. It is contemporaneous with a new deformation phase, responsible for the penetrative and consistent stretching lineation. This lineation is interpreted as a marker of the movement direction ('direction of tectonic transport') during M_3 . Its present orientation is WNW-ESE with gentle (15–20°) plunging to WNW. During this deformational stage earlier-formed microfolds may have been totally destroyed by the development of a penetrative axial-plane foliation, marked by mica streaks. The syndeformational M_3 stage seems to be followed, at least locally, by a stage (M_4) of static metamorphism to which recrystallization of earlier formed assemblages as well as growth of some porphyroblastic albite may be attributed.



a fi fost urmată, pe alocuri, de o fază (M_4) de metamorfism static căreia îi sunt atribuite recrystalizări ale fazelor minerale formate în M_3 precum și apariția sporadică a albitului porfiroblastic.

În concluzie, rocile formațiunii de Ineu din partea de NV a masivului Rodnei reprezintă o stivă polimetamorfă, polideformată, ale cărei caracteristici mineralogico-structurale actuale i-au fost imprimate de metamorfismul regresiv în facies de șisturi verzi (subfaciesul cuarț-albit-clorit) corespunzător fazei M_3 și de deformările contemporane acesteia. Un gradient al intensității retromorfismului n-a putut fi stabilit, clarificarea acestei probleme necesitând extinderea investigațiilor spre E și SE de zona cercetată.

It may be concluded that the rocks of the Ineu Formation from the north-western part of the Rodna Massif represent a polymetamorphosed, poly-deformed sequence, whose features are imprinted by the retrogressive metamorphism under greenschist facies conditions (quartz-albite-chlorite subfacies) in M_3 and by coeval deformations. A clear gradient of retrogressive processes could not be established, this aspect needing further investigations to the E and SE of the investigated zone.

References

- Krätner, H. G. (1968) Vederi noi asupra masivului cristalin al Rodnei. *St. Cerc. geol. Geof. Geogr., Geologie*, 13/2, p. 337-355, București.
- Krätner, H. G., Krätner, F., Szász, L. (1982) Harta geologică a României, scara 1:50.000, foaia Pietrosul Rodnei. I.G.G., București.



STRUCTURA LITOSTRATIGRAFICĂ ȘI TECTONICĂ A SERIEI DE LOTRU THE LITHOSTRATIGRAPHIC AND TECTONIC STRUCTURE OF THE LOTRU SERIES

G. SĂBĂU, I.GHEUCA

Cercetările de teren și de laborator din cadrul temei au avut drept scop identificarea, separarea, descrierea și cartarea entităților componente ale soclului de grad mediu și ridicat ale Pânzei Getice (Murgoci, 1905), cunoscut sub denumirea de Seria de Lotru (Ghika-Budești, 1932).

Intrucât suprafața studiată are o extindere în spațiu deosebită, activitatea s-a desfășurat în continuarea unei etape precedente (Gheuca et al., 1993, raport). Direcțiile principale de activitate din această etapă au constat în:

- cartarea în extindere față de perimetrele anterior studiate, cu identificarea entităților și nivelelor reper în alte arii;
- verificarea schemei litostratigrafice anterior elaborate prin reambularea perimetrelor deja cartate;
- studiul complex, microscopic și petrochimic, al tipurilor petrografice și asociațiilor minerale, în vederea elaborării unor criterii de separare a entităților identificate, ținând cont de relațiile între poziția litostratigrafică, conținutul petrografic și istoria metamorfică.

Cartarea în extindere s-a desfășurat în două perimetre noi, spre NE, respectiv V, față de raportul anterior (Gheuca et al., 1993). La baza alegerii perimetrului a stat intenția noastră de a urmări în continuare, în primul rând, extinderea spațială a formațiunii micacee de Negovanu Mare și a excelentului reper din baza acestuia, constituit de rocile cu silicați de mangan ale nivelului de Delinești. Spre NE, perimetrul s-a extins pe cca. 400 Km², coincidând, aproximativ, cu foaia 1:50.000 Cindrelu (nepublicată). Spre V, aria investigată este delimitată de linia frântă p.Bilele-vf.lui Pătru-vf.Șureanu-creasta Comărniceleu-Pârva-p.Untului-m.Bătrâna-Scârna-m.Steaula-Dealul Negru-p.Taia-cab.Voievodu, suprapunându-se pe teritoriul foilor 1:50.000 Vf. lui Pătru și Bătrâna.

Formațiunea de Negovanu Mare s-a dovedit a avea o extindere regională și caracteristici constante. Limita sa inferioară este complexă; în general constă din nivelul manganifer de Delinești, care a putut fi urmărit și care a dovedit o remarcabilă continuitate; pe alocuri (vf.Cindrelul - culmea Găojoara - Râul Mare), însă, limita este jalonată de cuarțite rubanate, care prin

The field and laboratory research pertaining to the project was aimed to identify, separate, describe and map the entities that make up the middle - and high-grade basement of the Getic Nappe (Murgoci, 1905), known under the name of Lotru (Crystalline) Series (Ghika-Budești, 1932).

As the study area extends on a remarkably large territory, the present work continues a former contribution (Gheuca et al., 1993). The main topics dealt with during this stage consisted in:

- further mapping beyond the previously surveyed area, in order to trace the characteristic units and markers in new areas;
- retesting the existing lithostratigraphic schema in the formerly mapped surfaces;
- complex microscopical and petrochemical investigation of the lithologic types and mineral assemblages, in search of discriminating criteria for the identified entities, on account of the lithostratigraphic setting, lithologic contents and metamorphic history.

Mapping extension was carried out in two new zones, towards NE and W, respectively, from the area accounted for in the previous report (Ibid.). This choice was based on the primary aim to a further record of the spatial extension of the Negovanu Marc micaschist Formation (NMF) and that of the excellent lithologic marker located at its bottom, made up by manganese-silicate rocks of the Delinești Level (DL). Towards NE the surveyed area extends on some 400 Km², grossly coinciding with the unpublished Cindrelu quadrangle of the National Geological Map, scale 1:50,000. To W the study zone is delimited by the array Bilele Brook-Vârful lui Pătru-Șureanu Summit-Comărniceleu Mt-Pârva Mt-Pârâul Untului-Bătâna Mt-Scârna mt-Steaula Summit-Dealul Negru-Taia Br.-Voievodu chalet, straddling on the Vârful lui Pătru and Bătrâna quadrangles.

NMF proved to have, as expected, a regional extension and constant features. Its lower boundary appeared quite complex; it generally consists of DL, which could be well traced and also proved to have an obvious continuity; nevertheless, the above-mentioned boundary is in places lined by banded quartzites, which, according to their setting and lithology,



termenii între care se intercalează și aspect, se corelează perfect cu complexul C_3 definit de Savu (1970) în Munții Semenic, iar în alte zone (Clăbucet, Șureanu, NV de Păltiniș- p. Dăneasa, Comărnicele) în dreptul limitei se concentrează numeroase lentile pegmatitice de mici dimensiuni. Structura dată de această succesiune parțială este orizontală, cu ondulări uneori puternice, și determină conture cartografice foarte complicate. Sub nivelul de Delinești se plasează litologii diferite, dintre care cele mai caracteristice sunt: gnaisele cu microclin și amfiboli ale Formațiunii de Frumoasa; o secvență rubanată constând din gnaise cu plagioclaz, gnaise cu microclin, gnaise cu biotit și amfiboli (formațiunea gnaisică de Păltiniș) - respectiv o secvență gnaisică micacee cu lentile de eclogite. Limitele dintre acești termeni sunt discordante față de limita cu formațiunea de Negovanu și, totodată, nu se poate pune în evidență o succesiune verticală a lor, în evident contrast cu plasarea clară a fiecăreia dintre ele sub formațiunea de Negovanu Mare. De asemenea, limitele dintre litoni diferiți ale unei aceleiași formațiuni subiacente sunt destul de des discordante față de limita cu FNM.

Aceste relații intră parțial în conflict cu schema litostratigrafică elaborată în raportul anterior, care descrie următoarea succesiune, pornind din bază: Formațiunea de Păltiniș (FP), Formațiunea de Negovanu Mare, Formațiunea de Steaja, Formațiunea de Sărăcinu (Frumoasa) (FF), Formațiunea de Podele. Pentru a clarifica raporturile, am întreprins profile de reambulare în bazinul Lotrului. Concluziile au fost următoarele:

- Formațiunea de Podele se corelează cu FMN prin litologie, metamorfism și poziție litostratigrafică imediat superioară față de Formațiunea Frumoasa/Sărăcinu;

- Formațiunea de Steaja (FS) stă în versanții Lotrului, în aval de barajul lacului Vidra, peste o secvență micacee cu intercalații amfibolitice (Formațiunea de Cataracte - FC), care nu este FNM, deși se aseamănă cu aceasta. Formațiunea de Cataracte (FC) conține gnaise micacee cu noduli de sillimanit, spre deosebire de micașisturile cu disten și staurolit ale FNM, de care diferă, deci, prin aspect, constituție litologică și istorie metamorfică;

- În șeaua Cristești-Șteflești însă, FNM stă sub FS. Contactul este marcat de un clivaj de crenulație, care se stinge la câțiva metri, iar șisturile FNM sunt puternic deformate ductil și casant, indicând o relație tectonică mai nouă decât foliația metamorfică dominantă (falie inversă). Această relație nu se găsește în altă parte a Seriei de Lotru, după cum nici FS nu mai apare în altă parte. Este de remarcat că, atât FS, cât și FNM stau peste FC în cele două compartimente ale faliei inverse. Limita FNM/FC este destul de greu de urmărit

perfectly correlate with the C_3 complex recorded by Savu (1970) in the Semenic Mts. In other areas (Clăbucet, Șureanu, NW from Păltiniș-Dăneasa Br., Comărnicele) numerous small-sized pegmatites lenses concentrate at the lower boundary of NMF. The structure outlined by this sequence is on the whole horizontal, locally strongly oscillating, and results in intricate cartographic patterns. Below DL various different lithologies appear, among which the most typical ones are: microcline- and amphibole-bearing gneisses of the Frumoasa (Sărăcinu) Formation (SF); a banded sequence consisting of plagioclase-gneisses, microcline-gneisses, biotite- and amphibole-bearing gneisses, and a mica-gneiss bearing sequence that contains eclogite lenses. The mutual limits of these lithologic units are discordant to the NMF boundary, and their succession could not as yet be stated, in contrast with the unambiguous setting of each of them below the NMF. The boundaries between lithons belonging to the same underlying formation are also frequently discordant to the NMF boundary.

These relationships are partly at odds with the lithostratigraphical schema provided in the previous report (Op. cit.), which described the following succession, from bottom to top: Păltiniș Formation (PF), NMF, Steaja Formation (StF), SF, Podele Formation (PoF). In order to derive a better knowledge of these relationships, re-surveying was undertaken in the Lotru River basin. The resulting image was as follows:

- PoF correlates with NMF on account of lithology, metamorphism and lithostratigraphic setting (immediately above SF);

- In the Lotru River slopes, downstream from the Vidra Lake. StF overlies a mica-rich sequence with amphibolite intercalations, the Cataracte Formation (CF), which is certainly not NMF, though having resembling characters. CF contains sillimanite-bearing mica-gneisses differing from the kyanite- and staurolite-bearing micaschists of the NMF, hence they make up a separate entity on account of lithostratigraphic setting, macroscopic aspects, lithologic contents and metamorphic history;

- In the Cristești-Șteflești saddle, nevertheless, NMF is located structurally below StF. The boundary is marked by a crenulation cleavage fading away in a few metres, and the NMF schists are affected by conspicuous ductile and brittle strain, making evidence of a tectonic relationship more recent than the prevailing S_2 metamorphic foliation, i.e. a thrust fault. This relationship cannot be found elsewhere in the Lotru Series, and StF was not so far identified in other zones as well. It is to note that both StF and NMF overlie CF, in the two compartments of the fault. The NMF/CF boundary is somewhat difficult to trace due to resembling lithologies;



din cauza litologiei asemănătoare;

- pe culmea care coboară din vf. Piatra Albă spre S apar, peste o zonă de îmbogățire în pegmatite a FS, gnaise micacee cuarțoase cu disten și staurolit, care reprezintă, după părerea noastră, baza FNM, care astfel stă peste și nu dedesubtul FS. De altfel, nivelul de cuarțite reper (identificat și semnalat în raportul precedent) din interiorul FS se continuă spre V în bazinul Jiului de Est, dar litologia în care este cantonat devine, în mod surprinzător, gnaiscă-amfibolitică, peste aceasta stând FNM. Geneza acestor cuarțite ridică mari probleme și este rezonabil să presupunem că ele reprezintă o litologie de segregatie tectogenă;

- stilul structural și relațiile de superpoziție sunt foarte variabile sub limita inferioară a FNM; în zona Vidra-Piatra Albă-Poiana Muierii, structura este slab înclinată și are relații de superpoziție univoce între termenii FS și între aceasta și Formațiunea de Frumoasa/Sărăcinu, pe când în aval de Cataracte există cîte complexe cu relații de superpoziție reciprocă între diverși termeni;

- structura generală constă dintr-un termen superior (FNM) suprapus pe diverși termeni inferiori. Am identificat cu certitudine superpoziția FNM peste FF, FP și secvența micacee purtătoare de eclogite, iar foarte probabilă este superpoziția FNM peste FS (v. mai sus).

De aceea, în acest stadiu, preferăm să grupăm toate litologiile de sub FNM în Complexul de Vaideeni (Săbău, 1994). Discordanțele structurale dintre cele două entități, alături de contrastele metamorfice dintre ele, indică relații de încălecare sinmetamorfică M_2 . Considerăm în continuare nivelul de la Delinești ca o litologie de reacție metamorfică sin-sariaj. În bazinul p. Aușelul și Răscoala s-au evidențiat relații interesante: FNM cu roci manganifere în bază suportă gnaise micacee microblastice, peste care urmează litologii gnaise și amfibolice (FP), acoperite din nou de micașisturile FNM prin intermediul rocilor manganifere, ceea ce indică existența unor duplicaturi sinmetamorfice. Pentru a beneficia de criterii independente de cele litostratigrafice am continuat observațiile asupra asociațiilor metamorfice din rocile pelitice și în zonele noi.

Concluziile anterioare se mențin și capătă noi argumente:

- FNM și complexul de Vaideeni prezintă două parageneze de grad mediu suprapuse, M_1 - de presiune medie spre ridicată (tip alpin Hietanen, 1967), în zona cu disten și staurolit, respectiv M_2 - de presiune medie (Idaho), în zonele cu disten și staurolit, sillimanit și staurolit, eventual sillimanit + muscovit;

- în FNM sillimanitul M_2 apare foarte rar;

- relictetele M_1 sunt predominante în FNM și subordonate în complexul de Vaideeni.

- Along the crest descending southward from the Piatra Albă Summit, over a pegmatite-enrichment zone of StF, kyanite- and staurolite- bearing mica-gneisses appear, which in our opinion stand for the bottom of NMF; hence, in the normal case NMF is located above and not below StF. Moreover, the quartzite marker inside StF (Piatra Albă quartzite, Op.cit.) extends westward in the Jiu River basin, where the host rocks surprisingly become gneissic-amphibolic, and above this sequence superposes NMF. The genesis of the quartzites calls forth certain problems; at this stage we think it reasonable to assume that they represent a tectonically segregated lithology;

- The structural style and superposition relationships are quite variable under the lower boundary of NMF: in the Vidra-Piatra Albă- Poiana Muierii zone the structure deeps gently and preserves unambiguous relationships among the StF term, as well as between StF and SF, while downstream from the Cataracte zone complex folding, that leads to intricate superpositions among different terms, tends to manifest;

- The large-scale structure consists of an upper term (NMF) which overlies various deeper terms. The superposition of NF over SF, PF and the eclogite-bearing unit could be positively identified; the superposition of NMF over StF is highly probable (see above).

Therefore, we would still prefer in this stage to group all the lithons below NMF in the generic Vaideeni Complex (Săbău, 1994). Structural unconformities between this complex and NMF, besides conspicuous associated metamorphic contrasts, suggest syn- M_2 thrusting. DL is, like earlier considered as a syn-thrusting metamorphic lithology.

In the Aușelu and Răscoala brooks basin interesting relationships occur: NMF, underlain by DL, supports microblastic mica- gneisses, which at their turn are overline by the DL-NMF sequence. This pattern most probably represents synmetamorphic duplicatures.

In order to be able to benefit by criteria independent from the lithostratigraphic ones, we followed up studying the metamorphic assemblages in metapelitic rocks over the new areas. Previous conclusions are maintained and enriched by new facts:

- NMF and the Vaideeni Complex contain two superposed middle-grade metamorphic parageneses, namely M_1 , a middle- to high- pressure event (alpine series - Hietanen, 1967) in the kyanite + staurolite zone, and M_2 , a medium pressure (Idaho type - Ibid.) over the kyanite + staurolite, sillimanite + staurolite, perhaps also sillimanite + muscovite zones;

- In NMF sillimanite is rather incidental;

- The M_1 relics prevail in NMF and are subordinate in the Vaideeni Complex.



Natura și abundența paragenezelor asociate celor două evenimente din complexul de Vaideeni au fost studiate pe litologii pelitice, care se dezvoltă foarte bine în câteva zone ale perimetrului (micașisturile și gnaisele FC, micașisturile asociate cu amfibolitele de pe valea Măceșului și de la Ciunget), spre deosebire de alte arii. Suprapunerea celor două evenimente este foarte spectaculoasă, relictele M_1 supraviețuind ca incluziuni abundente în granați, sau ca paramorfoze incomplete ale silicaților de aluminiu. Granatul prezintă o creștere polistadială, cu un episod de resorbție intermediară, evidențiată de zonalitatea incluziunilor și, uneori, a proprietăților optice.

Istoria metamorfică a putut fi aplicată cu succes în determinarea poziției litostratigrafice a rocilor, atunci când suprafața nu a fost suficient de des acoperită sau relațiile de teren au fost incerte, cum ar fi de pildă în cazul cutelor sinmetamorfice izoclinale al duplicaturilor sau al suprapunerilor tectonice ulterioare M_2 .

The composition and relative abundance of the assemblages ascribed to the two events was extensively studied in pelitic lithologies in the Vaideeni Complex, which are well-developed at a few locations in the study area (micaschists and mica-gneisses in the CF, micaschists associated with amphibolites at Valea Măceșului and Ciunget), at variance with the most frequent case. The superposition of the two events is quite spectacular: M_1 relics survive as abundant inclusions in garnet, corroded grains and incomplete aluminium-silicate paramorph (sillimanite after kyanite). Garnet exhibits polystadial growth, with an intermediate resorption episode, as indicated by inclusion- and sometimes colour-zoning.

The metamorphic history could be successfully employed in discriminating the lithostratigraphic setting of rock bodies, in case of deficient survey density or confusing field relationships (e.g. synmetamorphic isoclinal folds, tectonic relationships coeval with or post-dating M_2).

References

- Gheuca, I., Hârtoșanu, P., Stoian, T., Dobrescu, A. (1993) Raport, Arh.I.G.R., București.
- Ghika-Budești, St. (1932) Études géologiques et pétrographiques dans les Munții Lotrului (Carpathes Méridionales, Roumanie): *An. Inst. Géol. Rom.*, XVI, 68 pp., (tiré a part), București.
- Hietanen, A. (1967) On the facies series in various types of metamorphism: *J. Geol.*, 72/2, p. 187-214.
- Murgoci-Munteanu, G. (1905) Sur l'existence d'une grande nappe de recouvrement dans les Carpathes Méridionales. *C. R. Acad.Sci.*, Paris.
- Savu, H. (1970) Stratigrafia și izogradele de metamorfism din provincia metamorfică prebaicaliană din Munții Semenic: *An. Inst. Geol.*, XXXVIII, p. 223-311, București.
- Săbău, G. (1994) Lithostratigraphic and metamorphic correlations, a tentative way of exploring the early history of Getic Crystalline. *Rom. J. Petrology*, 76, p. 119-128, București.



LITOSTRATIGRAFIA ȘI TECTONICA EPIMETAMORFITELOR GRUPULUI TULGHEȘ DIN REGIUNEA TULGHEȘ-HAGOTA (CARPAȚII ORIENTALI) LITHOSTRATIGRAPHY AND TECTONICS OF THE TULGHES GROUP EPIMETAMORPHICS FROM THE TULGHES-HAGOTA REGION (EAST CARPATHIANS)

M. MUREȘAN

Regiunea Tulgheș-Hagota, situată în Munții Giurgeului, este amplasată în partea sudică a Zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali și este constituită preponderent din metamorfitice.

Studiul coloanelor litologice ale forajelor din regiune (efectuate de către GEOLEX S.A. începând din 1988) a permis obținerea unei noi imagini litostratigrafice, tectonice și metalogenetice asupra epimetamorfitelor Grupului Tulgheș (de vârstă cambriană - date palinologice - Violeta Iliescu, M. Mureșan, 1972; Violeta Iliescu, H. Kräutner, 1975; date de vârstă absolută Pb/Pb - Eleonora Vâjdea, S. Anastase, 1976; metamorfism barrovian în faciesul de șisturi verzi, survenit în urmă cu 505 ± 5 m.a. - izocrone K/Ar - H. Kräutner et al., 1976), străbătute de aceste foraje. Datele noi se referă în principal la existența unei stive de pânze de șariaj în cadrul acestui grup precum și la conținutul litostratigrafic al acestora.

Ansamblul unităților tectonice cu epimetamorfite ale grupului Tulgheș suportă mezometamorfitele Pânzei de Rarău (cunoscută anterior) și stă tectonic peste Pânza de Pietrosu Bistriței (evidențiată anterior în zona cristalino-mezozoică), constituită de asemenea din mezometamorfite.

Corpurile unităților șariate, prezenta în regiune, ca și planele de șariaj dintre ele înclină în ansamblu cu $20-30^\circ$ către NE. O înclinare similară o au și metmorfiticele componente ale pânzelor luate în considerare. La nivel regional se constată prezența tectonitelor (roci laminate și mai ales breccii și cataclazite) la contactele dintre pânzele de șariaj precum și discordanțe tectonice între acestea, manifestate prin dispariția unor termeni litologici de o parte și de alta a planelor de șariaj. În raport cu extinderea pe direcție și înclinare a pânzelor de șariaj, grosimile acestora sunt relativ reduse, cifrându-se de obicei la câteva sute de metrii. Prin caracterele lor și prin marcarea planelor de șariaj cu tectonite, pânzele de șariaj din regiune se relevă a fi formate prin forfecare postmetamorfică. După formarea lor unitățile șariate au fost străbătute de numeroase filoane de lamprofire (camptonite, ș. a.), localizate în zonele de breccii tectonice, care însoțesc numeroasele fracturi ce afectează metamorfiticele din regiune.

Sucesiunea (de sus în jos) tuturor pânzelor de

The Tulgheș-Hagota region from the Giurgeu Mountains is situated in the southern part of the East Carpathians Crystalline-Mesozoic Zone, consisting prevalingly of metamorphics.

The study of the lithological columns from the boreholes in the region (carried out by GEOLEX, PLC since 1988) led to a new lithostratigraphic, tectonic and metallogenetic image of the Tulgheș Group epimetamorphics (Cambrian age-palynological data - Iliescu, Mureșan, 1972; Iliescu, Kräutner, 1975; absolute Pb/Pb age data - Vâjdea, Anastase, 1976; Barrovian metamorphism in greenschist facies that occurred 505 ± 5 m.a. ago - K/Ar isochrons - H. Kräutner et al., 1976) intercepted by these boreholes. The new data mainly concern the existence of a pile of overthrust nappes within this group as well as their lithostratigraphic content.

On the whole the tectonic units with epimetamorphics of the Tulgheș Group underlie the mesometamorphics of the Rarău Nappe and tectonically overlie the Pietrosu Bistriței Nappe (previously pointed out in the Crystalline-Mesozoic Zone), which also consists of mesometamorphics.

The bodies of the overthrust units in the region as well as the overthrust planes among them generally dip by $20-30^\circ$ northeastwards. A similar dip is noticed also in the case of the metamorphics constituting the above-mentioned nappes. On a regional scale mylonites and especially breccias and cataclasites are found at the contacts among the overthrust nappes as well as tectonic unconformities among these, manifested by the disappearance of some lithological terms on either side of the overthrust planes. Considering the extension along strike and dip of the overthrust nappes, their thicknesses are relatively reduced, usually reaching a few hundred metres. By their features and the presence of cataclastic rocks accompanying the overthrust planes, the overthrust nappes in the region appear to be formed through postmetamorphic shearing. After their genesis, the overthrust units were crossed by numerous lamprophyre (especially camptonites) and more rarely diabase veins located in the tectonic breccia zones that accompany the numerous fractures affecting the metamorphics in the region.

The succession (from top to bottom) of all the over-



șariaj interceptate de forajele din regiunea Tulgheș-Hagota și conținutul litologic al acestora sunt redată în cele ce urmează.

1. *Pânza de Rarău* este alcătuită din Grupul Bretila (micasisturi cu intercalații de gnaise și amfibolite) și Granitoidele de Hăghimaș (în principal granodiorite gnaise – M. Mureșan, G. Mureșan, 1980), ambele entități de vârstă precambriană, metamorfozate împreună în condițiile faciesului amfibolitelor cu almandin, în urmă cu 850 ± 50 m.a. (izocrone K/Ar – H. Kräutner et al., 1976). Șariajul Pânzei de Rarău peste formațiunile epimetamorfice ale Grupului Tulgheș a condus la diaforeza și laminarea mezometamorfitelor din baza acestei unități tectonice (M. Mureșan, 1967).

2. *Pânza de Bălan* (evidențiată inițial în extremitatea sudică a zonei cristalino-mezozoice – H. Kräutner et al., 1991) este alcătuită, în regiune (forajele 1 și 3) din epimetamorfite terigene (preponderent șisturi sericito-cloritoase cuarțoase) din formațiunea Tg₃ a Grupului Tulgheș.

3. *Pânza de Belcina* este constituită în ansamblu din roci epimetamorfice terigene (șisturi sericito-cloritoase cenușii și negricioase cu pigment grafitos sau ilmenitic, cu intercalații de roci cu structură blastodetractice – la origine, graywacke și gresii, și șisturi verzi) – reprezentând formațiunea Tg₄ a Grupului Tulgheș. Acestei pânze îi aparțin și Porfiroidele de Mândra (riolite metamorfozate), intruse premetamorfic în rocile termenului Tg₄.

4. *Pânza de Sadocut* (200–300 m grosime), interceptată de majoritatea forajelor din regiune, este alcătuită din epimetamorfite ale formațiunii Tg₃, reprezentate în ansamblu prin două nivele de roci porfirogene (riolite și tufuri riolitice metamorfozate), separate printr-un pachet terigen (șisturi sericito-cloritoase cuarțoase, cuarțite și roci cuarțo-feldspatice – reprezentând probabil epiclastite, formate în urma distrugerii vulcanilor riolitici – H. Kräutner), în care se intercalează uneori șisturi verzi (magmatogene bazice). Către baza nivelului inferior de roci porfirogene se situează o mineralizație stratiformă de sulfuri (în principal pirită și calcopirită; uneori apar galenă și blendă), de tip Kuroko; minereul are grosimi metrice și o extindere apreciabilă, fiind interceptat de mai multe foraje (de exemplu, locațiile 9, 10, 24, 28, 29, 47) din zona văilor Baratu Mare și Bălaj (afuenți de dreapta ai văii Putna).

5. *Pânza de Șumuleu* (traversată complet numai de forajul 6, unde are o grosime aparentă de aproximativ 1200 m) este formată din roci preponderent terigene (șisturi cenușii și negricioase cu pigment grafitos sau ilmenitic, în care se intercalează roci blastodetractice), uneori și roci calcaroase, cuarțite negre grafitoase și

thrust nappes intercepted by the boreholes in the Tulgheș-Hagota region and their lithological content will be further presented:

1. *The Rarău Nappe* consists of the Bretila Group (micaschists with gneiss and amphibolite interbeds) and the Hăghimaș Granitoids (mainly gneissic granodiorites – M. Mureșan, G. Mureșan, 1980), both entities being of Precambrian age and metamorphosed together in the almandine amphibolite facies conditions 850 ± 50 m. a. ago (K/Ar isochrons – H. Kräutner et al., 1976). The thrust of the Rarău Nappe over the epimetamorphic formations of the Tulgheș Group led to the diaphoresis and lamination of the mesometamorphics from the base of this tectonic unit (M. Mureșan, 1967).

2. *The Bălan Nappe* (initially pointed out in the southern extremity of the Crystalline-Mesozoic Zone – H. Kräutner et al., 1991) consists in this region (boreholes 1 and 3) of terrigenous epimetamorphics (pre-vaillingly quartz sericite-chlorite schists) from the Tg₃ Formation of the Tulgheș Group.

3. *The Belcina Nappe* mainly consists of terrigenous epimetamorphic rocks (grey or blackish sericite-chlorite schists with graphite or ilmenite pigment, with intercalations of rocks showing a relict blastodetractal texture – originating from greywackes and sandstones) and greenschists which represent the Tg₄ Formation of the Tulgheș Group. The Mândra Porphyroids (metamorphosed rhyolites) that were premetamorphically intruded in the rocks of the Tg₄ term also belong to this nappe.

4. *The Sadocut Nappe* (200–300 m thick), intercepted by most boreholes in the region, consists of the epimetamorphics of the Tg₃ Formation, generally represented by two levels of metamorphosed rhyolites and rhyolitic tuffs, separated by a terrigenous sequence (quartz sericite-chlorite schists, quartzites and quartz feldspathic rocks – probably representing epiclastics formed as a consequence of the destruction of the rhyolitic volcanoes – Kräutner), in which greenschists (basic magmatogenetic) are sometimes intercalated. A stratiform sulfide mineralization (mainly pyrite and chalcopryrite, sometimes galena and sphalerite occur) of Kuroko type is situated towards the base of the lower level of metarhyolitic rocks. The ore is several metres thick and shows a large extension, being intercepted by several boreholes (e.g. locations 9, 10, 24, 28, 29, 47) from the zone of the Baratu Mare and Bălaj Valleys (right tributaries of the Putna Valley).

5. *The Șumuleu Nappe* (completely crossed only by borehole 6, where its apparent thickness is of ca. 1,200 m) is prevaillingly formed of terrigenous rocks (grey and blackish schists with graphite or ilmenite pigment, in which blastodetractal rocks are intercalated); locally also calcareous rocks, black graphite, quartzites and



șisturi verzi magmatogene bazice hialoclastice. Menționăm că în două foraje (5 și 10), au fost interceptate mineralizații minore stratiforme, singenetice de pirită. Tot ansamblul litologic revine formațiunii Tg₄.

6. *Pânza cuarțitelor negre cu mangan* este constituită din cuarțite negre grafitoase, cărora li se asociază rodonit, rodocrozit dannemorit și spessartin, asociație specifică formațiunii Tg₂ a Grupului Tulgheș. Șisturile sericito-cloritoase cuarțoase și cuarțitele cu sericit și clorit, situate sub cuarțitele negre, ar putea reveni termenului Tg₁.

7. *Pânza de Pietrosu Bistriței* (separată inițial în Munții Bistriței – I. Balintoni, I. Gheuca, 1977), este constituită din Grupul Negrișoara (reprezentat preponderent prin șisturi cuarțoase biotitice ± granat), căruia i se asociază Porfiroidele de Pietrosu (dacite metamorfozate), ambelor unități atribuindu-li-se prezumtiv vârsta precambriană. Rocile din această unitate sunt laminate și retromorfozate în apropierea planelor de șariaj care o delimitează, fapt întâlnit și în forajele 3, 5 și 6, care au interceptat această pânză.

Modelul tectonic adoptat de noi permite o bună corelare litostratigrafică și tectonică a metamorfitelor Grupului Tulgheș de sub Pânza de Bălan, din regiunea Tulgheș-Hagota, cu cele de sub aceeași pânză, de la sud și sud-est de Masivul alcalin Ditrău (zona Valea Belcina-Pângărați). Astfel, Pânza de Belcina se regăsește în ambele regiuni, unde este constituită din termenul Tg₄ și Porfiroidele de Mândra. Rocile porfirogene ale unității de Sadocut apar în Valea Belcina (în apropiere de confluența acesteia cu Pârâul Mogoș-Biuc), unde această pânză este șariată peste unitatea de Pietrosu Bistriței, aici Pânza de Șumuleu dispărând prin laminare tectonică. În raport cu regiunea de la sud și est de Masivul alcalin Ditrău, regiunea Tulgheș-Hagota reprezintă un compartiment puternic ridicat (cu circa 1000 m) de-a lungul faliei normale Șumuleu, orientată NW-SE și înclinată spre SW, evidențiată în forajul 3 din Valea Putnei (vezi fig.).

Extinderea apreciabilă direcțională și transversală a pânzelor, constituite din epimetamorfite ale Grupului Tulgheș, evidențiate în regiunea Tulgheș-Hagota-Belcina, permite presupunerea că cel puțin câteva din acestea s-ar putea regăsi în părțile centrale și nordice ale zonei cristalino-mezozoice a Carpaților Orientali.

Prezența frecventă (în cantități relativ reduse) a unor minerale titanifere (ilmenit, titanit, rutil) în multe roci (mai ales șisturi cenușii și negricioase) din formațiunea Tg₄ (din pânzele de Belcina și de Șumuleu) denotă existența unei provincii primare de minerale grele titanifere la nivelul acestui termen.

basic magmatogenetic greenschists (metamorphosed hyaloclastic rocks ?) are intercalated. It is to note that in two boreholes (5 and 10) minor stratiform, syngenetic pyrite mineralizations were intercepted. The whole lithological entity belongs to the Tg₄ Formation.

6. *The Black Manganese Quartzite Nappe* consists of black graphite quartzites with which rhodonite, rhodochrosite, dannemorite and spessartite associate, an assemblage characteristic of the Tg₂ Formation of the Tulgheș Group. The quartz sericite-chlorite schists and the sericite and chlorite quartzites lying under the black quartzites might be assigned to the Tg₁ term.

7. *The Pietrosu Bistriței Nappe* (initially separated in the Bistrița Mountains – I. Balintoni, I. Gheuca, 1977) is formed of the Negrișoara Group (prevalently represented by biotite quartz schists ± garnet) with which the Pietrosu Porphyroids (metamorphosed dacites) are associated, both units being presumably of Precambrian age. The rocks from this unit are laminated and retromorphosed in the vicinity of the overthrust planes that delimit it, a situation found also in boreholes 3, 5 and 6 that intercepted this nappe.

The adopted tectonic pattern permits a good lithostratigraphic and tectonic correlation of the Tulgheș Group epimetamorphics underlying the Bălan Nappe from the Tulgheș-Hagota region with those lying under the same nappe to the south and southeast of the Ditrău Alkaline Massif (Belcina Valley-Pângăraști zone). Thus the Belcina Nappe is to be found in both regions, where it consists of the Tg₄ term and the Mândra Porphyroids. The porphyrogenetic rocks of the Sadocut Unit occur in the Belcina Valley (in the vicinity of its confluence with the Mogoș-Biuc Valley), where this nappe is thrust over the Pietrosu Bistriței Unit, the Șumuleu Nappe disappearing here through tectonic lamination. As compared to the region south and east of the Ditrău Alkaline Massif, the Tulgheș-Hagota region represents a very uplifted compartment (by ca. 1,000 m) along the southwestward dipping Șumuleu normal Fault, intercepted in borehole 3 from the Putna Valley (see Figure).

The great directional and transversal extension of the nappes consisting of the Tulgheș Group epimetamorphics pointed out in the Tulgheș-Hagota-Belcina region leads to the supposition that at least a few of these nappes might be found in the central and northern parts of the East Carpathians Crystalline-Mesozoic Zone.

The frequent presence (in relatively small amounts) of some titanium minerals (ilmenite, titanite, rutile) in a lot of rocks (especially grey and blackish shales) from the Tg₄ Formation (from the Belcina and Șumuleu nappes) indicates the existence of a primary province of heavy titanium minerals at the level of this term.



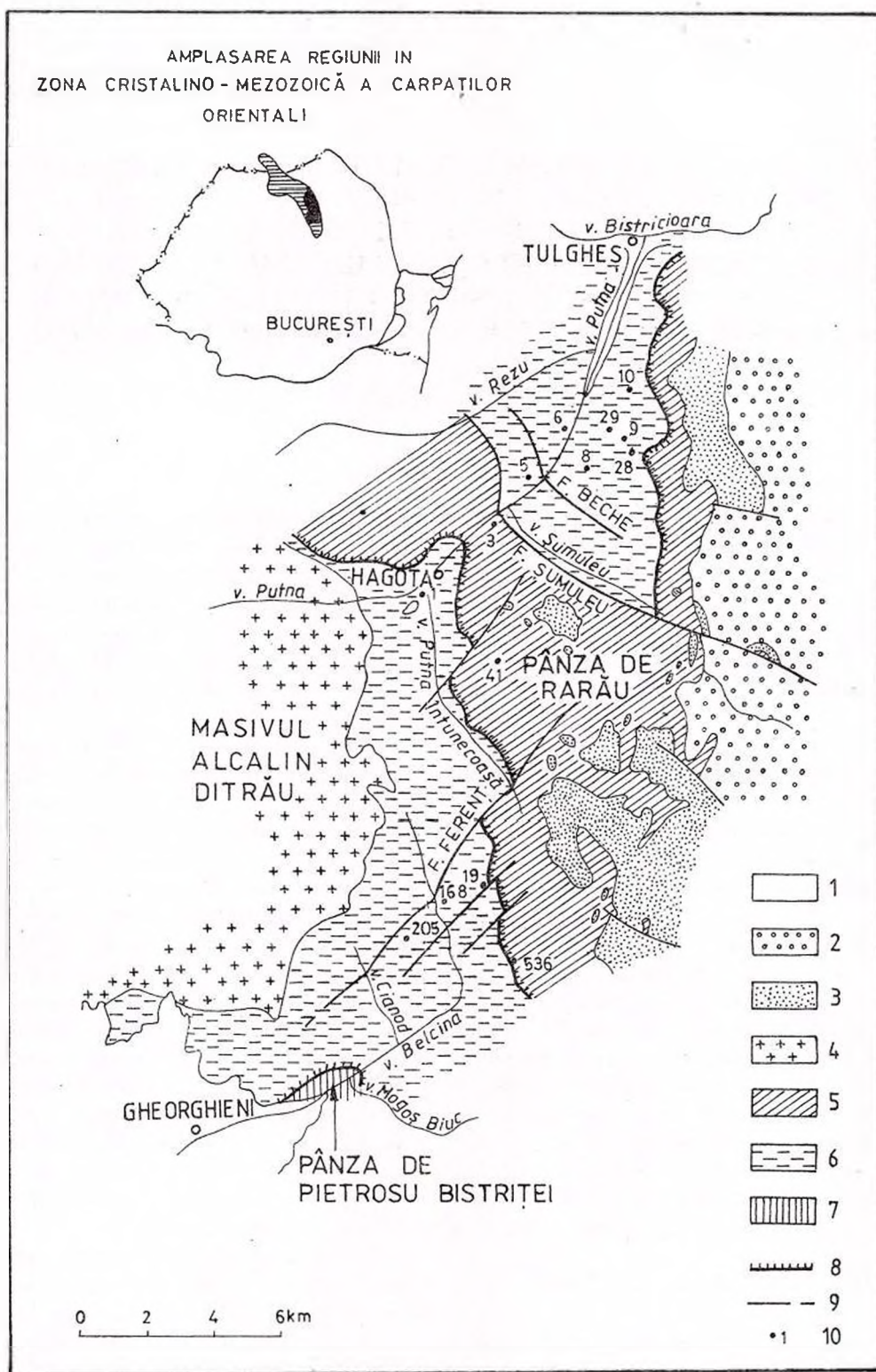


Fig. Schița tectonică a regiunii Tulgheș-Valea Belcina:

1, Cuaternar; 2, Cenomanian; 3, Triasic-Jurassic-Cretacic inferior; 4, Masivul alcalin Ditrău (Jurassic); 5, Grupul Bretila și Granitoidele de Hăghimaș (Precambrian); 6, Grupul Tulgheș (Cambrian) din pânzele de Bălan, Belcina, Sadocut și Șumuleu; 7, Grupul Negrișoara și Porfiroidele de Pietrosu (Precambrian); 8, pânză de șariaj; 9, falie; 10, forajul 1.

Fig. Tectonic sketch of the Tulgheș-Belcina Valley region:

1, Quaternary; 2, Cenomanian; 3, Triassic-Jurassic-Lower Cretaceous; 4, Ditrău Alkaline Massif (Jurassic); 5, Bretila Group and the Hăghimaș Granitoids (Precambrian); 6, Tulgheș Group (Cambrian) from the Bălan, Belcina, Sadocut and Șumuleu nappes; 7, Negrișoara Group and the Pietrosu Porphyroids (Precambrian); 8, overthrust nappe; 9, fault; 10, borehole 1.



RELAȚIILE SPAȚIALE DINTRE ZONALITĂȚILE METAMORFICE, CUTE ȘI DISCONTINUITĂȚI TECTONICE DIN FUNDAMENTUL POLIMETAMORFIC GETIC DIN MUNȚII GODEANU **SPATIAL RELATIONSHIP BETWEEN METAMORPHIC ZONALITIES, FOLDS AND TECTONIC UNCONFORMITIES IN THE GETIC POLYMETAMORPHIC BASEMENT OF THE GODEANU MOUNTAINS**

M. CONOVICI

Rocile polimetamorfice de grad mediu și ridicat din M-ții Godeanu aparțin seriei de Sebeș-Lotru ce face parte din pânza Getică.

În rocile cristaline din M-ții Godeanu au fost recunoscute două condiții barice de metamorfism, de presiune medie și de presiune coborâtă.

Caracterul policiclic al metamorfismului a fost apreciat de Bercia (1975) ca un scenariu posibil, cartând o zonalitate metamorfică de tip Barrovian pe versantul vestic și una de presiune coborâtă de tip pirinean în regiunea estică și sud-estică.

În zona nordică a munților Țarcu-Godeanu (Conovici, Săbău, 1988-1992), pe baza unor relații mineralogice și structurale, s-a creat o nouă imagine a evoluției metamorfice din regiune, cu trei episoade: evenimentul M_1 de presiune medie spre ridicată (parageneza rutil-disten), M_3 de temperatură medie la ridicată/ (asociața disten-staurolit și sillimanit) și momentul M_3 cu un caracter de presiune coborâtă. Structurile M_2 au fost "intruse" de corpuri granulitice fierbinți, fragmentate în timpul amplasamentului lor tectonic. Aceste puncte de vedere nu au luat în considerație existența a două discontinuități.

După studiile recente, Conovici (1994) Unitatea alpină de Godeanu este compusă dintr-o stivă de trei unități prealpine, care din bază spre partea superioară sunt:

- 1 - Unitatea amfibolitică de Vârful Gugu (U.A.V.G.);
- 2 - Unitatea micașturilor de Vârful Vlașcu (U.M.V.V.);
- 3 - Unitatea amfibolitică de Vârful Cailor (U.A.V.C.).

Aceste unități sunt intercalate peste discontinuități sau peste roci blastomilonitice, iar fiecare dintre ele conține doi membri litologici diferiți:

- o suită bazală în general amfibolitică,
- o suită din roci predominant micacee la partea superioară.

Discontinuitățile sunt:

The high and medium polymetamorphic rocks in the Godeanu Mountains are ascribed to the Sebeș-Lotru Series of the Getic Nappe basement.

Two different baric conditions have been recognized (Bercia, 1975); Bercia, Hârtoșanu, 1980; Conovici, Săbău, 1988, 1992; Săbău, 1994) in the crystalline are of the Godeanu Mountains: medium pressure and low pressure ones.

The polycyclic character of the metamorphism has been taken into account as a possible scenario by Bercia (1975), who mapped a metamorphic zonality of Barrovian type in the western part of the Godeanu outlier, and a low-pressure one, of Pyrenean type, in the eastern and south-eastern regions. In the northern area of the Țarcu-Godeanu Mountains (Conovici and Săbău, 1988, 1993), based on the structural and mineral relations, a new image of the metamorphic evolution with three episodes was created: M_1 event, of medium-to high-pressure (kyanite-rutile paragenesis), M_2 with M.P to H.T (sillimanite, kyanite-staurolite assemblages) and M_3 , with a low-pressure character. The M_2 structures were "intruded" by a hot body of granulites, dismembered during its tectonic emplacement.

This point of view has not taken into account the existence of two unconformities.

After our recent studies (Conovici, 1994), the Alpine Getic Nappe is represented in the Godeanu outlier by a pile of three pre-Alpine units (from bottom to top):

- 1 - Gugu Peak Amphibolitic Unit (G.P.A.U);
- 2 - Vlașcu Peak Micaschists Unit (V.P.M.U);
- 3 - Vârful Cailor Amphibolitic Unit (V.C.A.U).

These units are stacked together but separated by discontinuities or blastomylonitic rocks, and each of them includes two different lithologic members:

- a basal, mainly amphibolitic suite,
- a prevailing micaceous one, at the uppermost level.

The discontinuities are:

- 4 - Balmezu unconformity (B.U) between G.P.A.U and V.P.M.U;



4 – Discontinuitatea Balmezu (D.B.) între U.A.V.G. și U.M.V.V.

5 – Blastomilonitele de Olanu (B.O.) între U.M.V.V. și U.A.V.C.

O constatare importantă: toate aceste suite litologice sunt lipsite de corpuri de gnaise granitice și eclogite și în ciuda unor asemănări litologice, cum ar fi cea dintre micașturile din U.M.V.V. și cele din M-ții Sebeș-Cibin (Formațiunea Micașturilor, Stelea et al., 1991 sau Formațiunea Negovanu Mare, Săbău, 1994), ele aparțin unor unități tectonice diferite.

1. Unitatea amfibolică de Vârful Gugu (U.A.V.G.)

Reprezintă unitatea bazală din M-ții Godeanu.

Litologie: este compusă din roci rubanate (amfibolite rubanate și gnaise biotitice cu sillimanit) și paragneise micacee migmatizate la partea superioară. Lentilele de calcare cristaline cu silicați și roci skarnoide reprezintă o altă caracteristică a acestei unități. Descoperirea recentă a unor roci granulitice de presiune medie și coborâtă (M.P. și L.P.) în zona Vârfului Borăscu (Conovici, Săbău, 1988, 1992), reprezintă unul din cele mai interesante aspecte ale unității metamorfice. Ele au avut o influență importantă asupra evoluției geologice și metamorfice ale rocilor din această unitate.

Metamorfismul. Cel mai vechi eveniment metamorfic (M_1) s-a petrecut în condiții de presiune ridicată spre medie (H.P. și M.P.) și este păstrat numai în interiorul cristalelor de granat prin relictule ale asociației disten- rutil sau sub forma unor relictule blindate de roci care au conservat relații de substituție directă a distenului de către sillimanit (Conovici, Săbău, 1993).

M_2 este cel mai important eveniment metamorfic și se remarcă printr-un aport mineralogic și structural important. În acest eveniment au fost finalizate structurile planare (șistozitatea S_2), simetriile liniare și cele mai importante aspecte texturale. Paragenezele M_2 arată că au fost echilibrate termal la nivelul zonei cu sillimanit pe versantul vestic al masivului, dar pe versantul nordic există o zonă largă ce conține numeroase și variate relictule de roci retrograde din suita granulitică. Aceste roci arată un bun aranjament structural în texturile M_2 și formează împreună cu acestea structuri domale la scară mare. Aceste parageneze bogate în minerale refractare (cordierit, silicați de aluminiu, antofilit, cummingtonit), și cu nuclei de granulite de presiune coborâtă amintesc faciesul metamorfic de presiune coborâtă de tip "saxonian".

Momentul M_3 are o dezvoltare largă în această unitate și este suprapus peste evenimentele metamorfice menționate înainte. Bercia (1975) a descris și a cartat pe versanții estici ai masivului o zonalitate metamorfică de presiune coborâtă de tip "pirinean".

5 – Olanu blastomylonites (O.B.) between V.P.M.U. and V.C.A.U.

An important remark: all these lithological suites are devoid of large bodies of granitic gneisses and eclogites. In spite of the resemblance between the mica-schists from V.P.M.U. and those from the Sebeș-Cibin Mountains (Micaschists Formation, Stelea et al., 1991, or Negovanu Mare Formation, Săbău, 1994) they belong to different tectonic units.

1. The Gugu Peak Amphibolitic Unit (G.P.A.U.)

Is the lowermost unit from the Godeanu Mountains.

Lithology. It is composed of banded amphibolites and sillimanite bearing biotite gneisses, followed by migmatitic micaceous paragneisses at the uppermost level; calcsilicate rocks and skarnoid lenses form a characteristic of the unit. The recent discovery of M.P. to L.P. granulitic rocks on the Borăscu summit (Conovici, Săbău, 1988) represent one of the most interesting features of this unit.

Metamorphism. The oldest metamorphic M_1 event, with H.P. to M.P. character, has been preserved only in the core of garnets (kyanite-rutile assemblages), or in armoured relics of rocks which conserved break-down relations of kyanite into sillimanite (Conovici, Săbău, 1993).

M_2 metamorphic event imposes a pervasive mineral (and structural) overprint. At this stage the schistosity, linear structures and textural aspects were established. The M_2 assemblages are thermally equilibrated at the sillimanite zone on the western slope of the Godeanu Mountains, but on the northern slope there is a large area with abundant relics and various retrogressed granulitic suites, associated with large scale domal folds and with fitted structural arrangement in the medium grade metamorphics.

The retrogressed refractory assemblage (cordierite, Al silicates, anthophyllite, cummingtonite) with nuclei of L.P. granulites resembles the "saxonian facies" of low-pressure metamorphism.

M_3 event has a large development in the G.P.A.U. and overprints the older (M_1 and M_2) metamorphic events.

On the eastern slope of the Godeanu Mts, Bercia (1975) had described and mapped a Pyrenean type of L.P. metamorphism, with andalusite-sillimanite-cordierite; andalusite and andalusite-staurolite isogrades.

We consider this metamorphic event, without high penetrative schistosity, to be in relationship with metasomatic structures, small shear bands, discordant veins and voids. It is questionable whether these melts were caused by supply of heat from the underlying hot slice with granulitic body, or they represent an independent



cu izogradele andaluzit-sillimanit-cordierit, andaluzit și andaluzit-staurolit. În urma studiilor noastre, acest eveniment metamorfic este lipsit de șistozitate metamorfică penetrativă și prezintă numai structuri metasomate, mici benzi de forfecare, filoane discordante și geode umlute.

Pe valea Smogotin și la obârșia văii Izuna, la partea superioară a unității amfibolitelor de Gugu, există o zonă bogată în roci cu disten ce reprezintă, după Bercia (1975) un izograd prograd al evenimentului barrovian. După studiile noastre, în zona Smogotin-Pietrele Albe rocile cu disten conțin numeroase relicte de sillimanit. Ultimul mineral este dezvoltat sincron cu elementele structurale ale rocii, în contrast cu distenul ce crește discordant și afectează structura migmatic rubanată, primară. Acreția distenului este legată probabil de surplusul de Al din rocile înconjurătoare afectate de polimetamorfism, din nordul Munților Godeanu, unde corpurile fierbinți de granulite pe cale de retrogradare a indus o puternică perturbație a presiunii fluidelor și a volatilelor (P.f.) ce în final a dus la o creștere a presiunii totale (P.t). În opinia noastră acreția distenului din zona Smogotin poate fi atribuită evenimentului M_3 ce conține numai elemente structurale subsecvente.

2. Unitatea micașturilor de Vârful Vlașcu (U.M.V.V.)

Litologie: unitatea superioară conține o secvență groasă și monotonă de micașturi la partea superioară și un membru bazal cu afinități leptino-amfibolitice la partea bazală. G_2 în sensul lui Bercia (1975).

Metamorfism. Micașturile superioare conservă o zonalitate de presiune medie cu staurolit-disten. Este neclar dacă această asociație reprezintă un singur eveniment metamorfic, sau a rezultat dintr-o evoluție policiclică ca în M-ții Sebeș (Hărtopanu, 1982).

Zona cuprinsă între Vârful Drăguș și Vlașcu, rocile din bază, în special cele din membrul leptino-amfibolitic sunt afectate de o deformație ductil-casantă asociată cu o blasteză și mobilizare intensă de epidot, crescut atât pe planele de șistozitate cât și pe fisuri secundare.

Structura: la scară mică se pot descrie structuri litologice paralele și ritmice, în poziție suborizontală în membrul inferior și predominanța cutelor culcate și deversate în membrul micaceu.

3. Unitatea amfibolitică de Vârful Cailor (U.A.V.C.)

Este unitatea tectonică superioară și echivalentă în mare cu complexul G_{3-2} al lui Bercia (1975).

Litologie: la partea bazală unitatea conține două nivele de amfibolite, masive cu o intercalație de pa-

metamorphic event (Conovici, Săbău, 1993).

On the Smogotin Valley, up to the Izuna Valley, on the top of the G.P.A.U, according to Bercia (1975) there is a prograde kyanite zone of a Barrovian event. According to our studies, in the Pietrele Albe-Smogotin area the kyanite rocks contain numerous relics of sillimanite.

Here kyanite is developed synchronously with the structural elements of the rocks, in opposition with kyanite relics in migmatites, which are discordant in respect to the layering.

In our opinion, the kyanite blastesis is in direct connection with a supply of Al from the neighbouring rocks when affected by polymetamorphism. The remnants hot and dry bodies of granulitic rocks induced a strong perturbation of volatiles and fluid pressure (P.f) and finally an increase (P.t). The kyanite is related to the M_3 event controlled by pressure of fluid components, without deformational pressure and shear movements.

2. Vlașcu Peak Micaschists Unit (V.P.M.U)

Lithology. This unit is composed of a thick sequence of monotonous micaschists with a thin leptyn-amphibolitic member at the bottom (the G_2 unit, in Bercia, 1975).

Metamorphism. In the upper micaschist member a staurolite-kyanite zone is well preserved and sillimanite is here unknown. It is questionable if this assemblage resulted by a single metamorphic event, or represents a polycyclic history, like in the Sebeș Mountains (Hărtopanu, 1982).

At the sole, especially in the leptyn-amphibolitic member, the rocks are affected by ductile to brittle deformation, at the epidote-amphibolite facies. Under the Vlașcu Peak, up to the Drăguș Peak, there is a high mobilisation of secondary epidote developed on the old schistosity planes, or in cracks.

Structures. The small scale structures include layered and rhythmic structures, in subhorizontal position, and recumbent folds in micaceous member.

3. The Vârful Cailor Amphibolitic Unit (V.C.A.U)

Is the uppermost structural unit, equivalent to G_{3-2} complex (Bercia, 1975).

Lithology. Above Olanu Blastomylonites, marking the tectonic contact, there are two massive amphibolitic levels, with a paragneiss intercalation. At the top a thin micaceous migmatic level is developed.

Metamorphism. The polymetamorphic evolution is demonstrated by breakdown of garnet from the amphibolitic rocks frequently replaced by plagioclase-biotite rims. According to Bercia (1975), plagioclase from



ragnaise. La partea superioară se dezvoltă un nivel alcătuit din roci migmatice cu grosime redusă.

Metamorfism. Evoluția polimetamorfică în această unitate este demonstrată de coronizarea granatului din rocile amfibolitice. Granatul este înlocuit de biotit și plagioclaz. Bercia (1975) citează înlocuirea plagioclazului de agregate de scapolit și apatit.

Structură. În cadrul unității sunt conservate structuri brahiale orientate nord-vest-sud, ce sunt în contrast cu direcția tectonică generală a celorlalte unități tectonice din Godeanu.

4. Discontinuitatea Balmezu (D.B)

Este plasată între U.A.V.G și U.M.V.V și poate fi ca un "marker" litologic pe o distanță de peste 25 km în jurul petecului Godeanu, din valea Ivanu până la vest pe valea Bărănel, reprezentând în același timp o discordanță stratigrafică și tectonică.

Litologie: aspectul distinctiv este prezența unor roci cu granulație foarte mărunță, cuarțite biotitice și cuarțo-filitice rubanate asociate uneori cu lentile de amfibolite mărunte. Aceste roci biotitice cu granulație mărunță pot fi echivalente cu "Seria de Jidoștița" din petecul "Porțile de Fier" și reprezintă probabil rămășițele unei zone mobile dezmembrată și încălecată în condiții profunde.

Structura: este caracterizată prin conservarea unor structuri interne relict, cu foliație internă puternic redresată și o linație orizontală, în contrast cu dispoziția tabulară a foliației rocilor faneroblastice din celelalte unități. Datorită competenței lor ridicate, unele blocuri din partea superioară a complexului au fost detașate prin încălecarea și au migrat tectonic în stiva de metamorfite, aflorând acum sub formă de structuri "pensate" sau corpuri tabulare scoase din contextul lor tectonic inițial.

5. Blastomilonitele de Olanu (O.B)

În urma cercetărilor noastre a fost identificată o discontinuitate cu roci blastomilonitice, plasată între micașisturile din vârful Vlașcu și amfibolitul bazal din unitatea de Vârful Cailor. Existența unui plan de forfecare este demonstrată de existența următoarelor aspecte:

- prezența unor relicte puternic deformate de gnaise albe ce conservă biotit și granat tip "atol" în interiorul lor;
- existența unei matrice mediu granulară cuarțo-muscovitică cu structuri S/C;
- prezența discontinuităților, alunecărilor și a benzilor de forfecare cu texturi de zdrobire și în matrice;
- existența unor "petroclaste" de roci gnaise și amfibolitice rulate în matrice.

amfibolites is replaced by scapolite-spatite aggregates.

Structures. The unit conserved brachial structures with NW-SE trends, in contrast with the general tectonic direction in the Godeanu Outlier.

4. Balmezu unconformity (B.U)

Can be mapped like a marker between G.P.A.U and V.P.A.U, around the Godeanu Outlier, from the Ivanu Valley, and represents a tectonic and stratigraphic discordance.

Lithology. The distinctive feature of its rocks is the minute granulation. Biotite-bearing rocks quartzite and layered quartz-micaschists are the dominant lithologies. These fine-grained quartzites and paragneisses can be parallelised with the "Jidoștița Series" from the Porțile de Fier Outlier of the Getic Nappe, and probably represent relics of a deep-seated mobile zone dismembered by thrusting.

They have a steep dipping foliation and subhorizontal stretching lineation, in contrast with the tabular disposition of the neighbouring phaneroblastic rocks. Because of their high competence, some blocks from the top of the complex had rolled by thrusting and detachment and migrated away from their original context, upwards in the overthrust pile, as "pinched structures", and crop out as tabular bodies.

5. Olanu Blastomylonites (O.B). Our studies reveal that between Vlașcu Peak Micaschists (V.P.M.U) and basal amphibolites from Vârful Cailor Unit (V.C.A.U) there is a tectonic discontinuity with blastomylonitic rocks (O.B).

The following findings prove the existence of a shear plane:

- the occurrence of highly deformed white gneissic relics, which preserve atoll-garnet and biotite;
- a medium-grained quartz-muscovite matrix with S/C structures;
- the presence of dislocations, glides and shear bands, with crushed and mortar textures;
- petroclasts of light and dark rocks, rolled in matrix.

In the matrix, beside orientated quartz and mica grains, under M_3 L.P. metamorphic conditions new garnet, staurolite, andalusite and tourmaline, have crystallised in static environment, without shear components. The last minerals prove that the M_3 low-pressure metamorphism is superimposed on the oldest tectonic discontinuities.



În matrice, în afară de cuarț și mică, în condiții metamorfice de presiune coborâtă, cristalizează granat, staurolit, andaluzit și turmalină, numai în condiții statice. Aceste minerale argumentează faptul că metamorfismul M_3 s-a suprapus static peste vechile discontinuități tectonice.

Concluzii finale

În unitatea metamorfică bazală evoluția polimetamorfică este demonstrată de existența unor evenimente metamorfice succesive (M_1 , M_2 , M_3) cu diferite condiții P/T. Deformațiile penetrative importante sunt asociate numai cu evenimentele M_1 și M_2 . În timpul evenimentului M_2 a fost creată o stivă de pânze tectonice, suprapuse peste o unitate bazală caldă (U.A.V.G.). Fluidele și căldura relansată din unitatea bazală a cauzat o importantă instabilitate a fundamentului în zona de NV, ce a generat un metamorfism M_3 , în general în condiții de presiune coborâtă și cu caracter static. Acest punct de vedere este argumentat și de dispoziția zonalităților metamorfice M_3 . Zona de temperatură ridicată cu sillimanit, cordierit-andaluzit ce formează intrânduri adânci pe văi în contrast cu zonele cu andaluzit și andaluzit-staurolit care sunt strâns spațiate, condensate și depășesc discontinuitățile vechi, afectează parțial și unitățile superioare.

Final remarks

In the lowest unit, the polymetamorphic evolution is demonstrated by the existence of successive metamorphic events (M_1 , M_2 , M_3), under different P/T conditions. Highly penetrative deformation is associated with M_1 and M_2 events. During M_2 a pile of tectonic units was created, stacked over a hot basal slice (G.P.A.U.). The fluid and heat released from the underthrust slice had affected the overlying units, causing a high instability in the NW area and a M_3 low-pressure metamorphism under static conditions.

This opinion is supported by the dispositions of M_3 metamorphic zones. The high temperature sillimanite-cordierite-andalusite zone has a large development in G.P.A.U., with planar disposition and with lobate penetration on the valleys, in contrast with andalusite and andalusite-staurolite zones, which are tightly spaced, condensed at discontinuities and overprint different tectonic units.

References

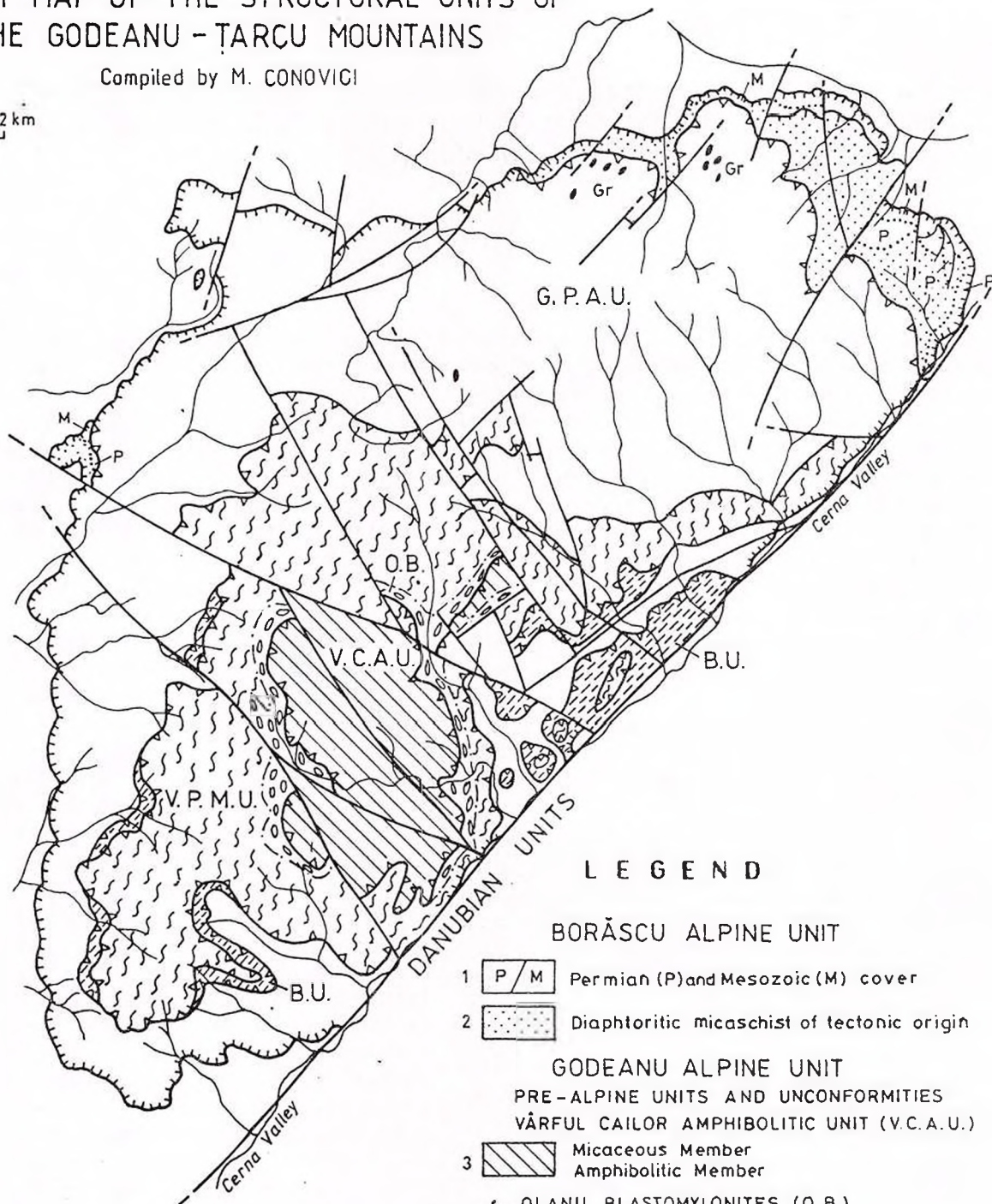
- Bercia, I. (1975) Metamorfitele din partea centrală și de sud a Masivului Godeanu. *St. tehn. econ.*, 1, 12, 63, p. 1-145, București.
- Conovici, M., Săbău, G. (1988) in Conovici et al. (1988) Harta Geologică a României, sc. 1:50.000, foaia Godeanu. Arh. IGR.
- , Săbău, G. (1993) The structure and metamorphic history of Getic Crystalline in NW area of Godeanu and Tarcu Mountains. *Rom. J. Tectonics Reg. Geol.*, 75/5, p. 27-37, București.
- (1994) Influence of the polymetamorphic processes upon the evolution of quartz-feldspathic veins in high-grade metamorphites of the Godeanu Mountains. *An. Univ. Buc.*, XLIII-suppl., p. 3-4, București.
- Săbău, G. (1994) Lithostratigraphic and metamorphic correlations a tentative way of exploring the history of Getic Crystalline. *Rom. J. Petrology*, 76, p. 119-128, București.
- Stelea, I. et al. (1991) Harta Geologică a României, sc. 1:50.000, foaia Șugag. Arh. IGR, București.



SKETCH MAP OF THE STRUCTURAL UNITS OF THE GODEANU - ȚARCU MOUNTAINS

Compiled by M. CONOVICI

0 1 2 km



LEGEND

BORĂSCU ALPINE UNIT

- 1 Permian (P) and Mesozoic (M) cover
- 2 Diaphtoritic micaschist of tectonic origin

GODEANU ALPINE UNIT

PRE-ALPINE UNITS AND UNCONFORMITIES

VÂRFUL CAILOR AMPHIBOLITIC UNIT (V.C.A.U.)

- 3 Micaceous Member
Amphibolitic Member

OLANU BLASTOMYLONITES (O.B.)

- 4 Blastomylonites with light petroclasts

VLAȘCU PEAK MICASCHISTS UNIT (V.P.M.U.)

- 5 Micaceous Member
Leptyno-amphibolitic Member

BALMEZU UNCONFORMITY (B.U.)

- 6 Quartzite and biotite bearing rocks
with minute granulation

GUGU PEAK AMPHIBOLITIC UNIT (G.P.A.U.)

- 7 Micaceous Member
Amphibolitic Member
Gr - Granulites

- 8 Alpine thrust
- 9 Pre-Alpine thrusts
- 10 Boundaries of the blastomylonitic front
- 11 Faults
- 12 Boundaries of sedimentary cover



EVOLUȚIA STRUCTURALĂ A METAMORFITELORE DIN MUNȚII CIBIN STRUCTURAL EVOLUTION OF THE METAMORPHICS IN THE CIBIN MOUNTAINS

I. DINICĂ

Cartarea geologică a metamorfitelor din partea de nord a Munților Cibin, dintre Râul Sebeș și Râul Sadului, a avut scopul de a clarifica structura internă a complexului amfibolitelor și al gnaiselor cuarțo-feldspatice din seria de Sebeș-Lotru, aflat sub micașisturile cu disten, staurolit, granat \pm sillimanit \pm cloritoid. Pe măsura avansării cercetărilor, de la Râul Sebeș spre SE, au intrat în obiectivul studiului și unitățile de Măgura (Codarcea-Dessila, 1965), de Uria și de Căineni (Hann, Szász, 1984).

În complexul inferior au fost individualizate câteva repere litostratigrafice: granitoidul gnaissic de Tilișca, gnaise microclinice de Mărtinia și plagiognaisul de Șugag; ele sunt intercalate într-un fond petrografic constituit din plagiognaise micacee, amfibolite, micașisturi, gnaise și mici corpuri de pegmatite, metaperidotite și eclogite, ultimele aflorând mai ales spre partea superioară a complexului.

Harta geologică obținută relevă o structură amplu cutată sin- D_2 (sin- M_2). Cutele sunt izoclinale, de tip similar, cu axele afundându-se spre E, dar descriind un arc de cerc cu convexitatea spre N. Această structură contrastează cu aceea a complexului superior, care ocupă zonele mai înalte ale reliefului și care este planară, slab ondulată în jurul orizontalei.

Corelate cu procesele petrogenetice, aceste structuri confirmă ideea, exprimată de cercetătorii anteriori, că D_1 și D_2 reprezintă două evenimente metamorfice (M_1 și M_2), desfășurate în faciesul amfibolitelor cu almandin, zona cu disten și staurolit, la care se adaugă zona cu sillimanit, pentru complexul superior. M_2 transpune după foliația S_2 separațiile litologice din M_1 și formează cutele izoclinale menționate; M_1 și M_2 sunt însoțite de fenomene de granitizare-migmatizare; în M_2 se pune în loc pânza metamorfică a micașisturilor cu disten, staurolit, granat \pm sillimanit peste complexul amfibolitelor și al gnaiselor cuarțo-feldspatice (Hârtopan, 1982; Săbău, 1995 - in press).

Seria de Sibișel, dinamometamorfozată retrograd în zona cu granat a faciesului șisturilor verzi, intersectează oblic structurile cutate sin- D_2 , ilustrând un alt eveniment deformațional ($D_3=M_3$). Atât planul tectonic dintre seriile de Sibișel și de Sebeș-Lotru, cât

The geological mapping of the metamorphics in the northern part of the Cibin Mts, between the Sebeș and the Sadului rivers, aimed at the clearing up of the inner structure of the amphibolites and quartz-feldspathic gneisses of the Sebeș-Lotru Series, overlain by the kyanite - staurolite - garnet \pm sillimanit \pm cloritoid-bearing micaschists. Our studies also included the Măgura (Codarcea-Dessila, 1965), Uria and Căineni (Hann, Szász, 1984) units.

Within the lower complex several lithostratigraphic markers have been individualized as follows: the Tilișca gneissic granitoid, the Mărtinia microcline gneisses and the Șugag plagiogneiss; they are intercalated within a petrographic assemblage formed of micaceous plagiogneisses, amphibolites, micaschists, gneisses and small bodies of pegmatites, metaperidotites and eclogites, the last ones cropping out especially towards the upper part of the complex.

The geological map stresses out a large-scale syn- D_2 (syn- M_2) folded structure. The folds are isoclinal, of similar type, the axes dipping eastwards but forming an arch with a northward convexity. This structure is in contrast with that of the upper complex found in the zones of higher relief, that is planar, slightly undulatory around the horizontal.

Correlated with the petrogenetic processes these structures confirm the idea, stated by previous researchers, that D_1 and D_2 represent two metamorphic events (M_1 and M_2), developed in the almandine amphibolite facies, kyanite and staurolite zone, to which the sillimanite zone is added for the upper complex. M_2 transposes after the S_2 foliation the lithological separations from M_1 and forms the mentioned isoclinal folds; M_1 and M_2 are accompanied by granitization-migmatization phenomena; in M_2 the metamorphic nappe of the kyanite - staurolite - garnet \pm sillimanite - bearing micaschists thrust over the amphibolite and quartz-feldspathic gneisses complex (Hârtopan, 1982; Săbău, 1995 - in press).

The Sibișel Series, retrograde dynamometamorphosed in the garnet zone of the greenschist facies, intersects obliquely the syn- D_2 folded structures, stressing out another deformational event ($D_3=M_3$). Both the tectonic plane between the Sibișel and Sebeș-



și elementele structurale sin-D₂ (cute, axe, plane axiale), suferă, ulterior, o îndoire largă, concentrică, care coincide, probabil, cu un retromorfism regional (M₄), pentru ambele serii metamorfice, dar manifestat mai pregnant în rocile seriei de Sibișel (zona cu biotit sau/și zona cu clorit a faciesului șisturilor verzi).

Mișcările mai noi (D₅), probabil sincrone cu deformările alpine, când se edifică structura în pânze a Carpaților, produc cute intraformaționale secundare, ca și antiforme și sinforme (ex. antiforma Mărtinia-Dobra-Neagra sau sinforma din zona Râușorului Cislădioarei). Aceste cutări prefăteză o deformare casantă (D₆), în care se formează falii normale sau inverse și falii de decroșare. Sistemul cel mai bine exprimat de falii de decroșare este cel orientat VNV-ESE. El afectează toate structurile anterioare, inclusiv faliile cu alte orientări, în general având un efect de decroșare dextră.

Continuitatea reperelor litostratigrafice, caracteristice seriei de Sebeș-Lotru, în zona în care Codarcea-Dessila (1965) și Hann, Balintoni (1988) separă unitatea și seria de Măgura, argumentează inexistența acestora.

Hărtopanu (în Hărtopanu et al., 1988) este primul care a remarcat caracterul esențial dinamometamorfic al rocilor seriei de Sibișel. Autorul descrie roci similare blastomilonitelor, fără să folosească explicit acest termen. El a fost folosit în descrierea seriei de Sibișel de Iancu (în Iancu et al., 1989) și de Dinică (în Stelea et al., 1989). Autorii menționați sesizează, totodată, existența unor zone de tranziție de la seria de Sibișel la seriile ivecinate, acestea prezentând pe o grosime de câteva sute de metri procese de blastomilonitizare incipientă, cu recristalizări sau neocristalizări similare cu cele din interiorul seriei. Menținerea zonei de tranziție, de la seria de Sibișel la seria de Sebeș-Lotru, pe întreg aliniamentul de aflorare cuprins între Râul Sebeș și Râul Sadului, impune atât caracterul pre-Alpin al planului tectonic dintre cele două serii, cât și evidența că mișcările mai noi nu au avut amploarea necesară pentru a genera o pânză propriu-zisă; aceasta ar fi acoperit, cel puțin parțial, zona de tranziție.

Argumentele arătate ne permit să afirmăm, în acord cu Hărtopanu (în Hărtopanu et al., 1984), că seria de Sibișel aparține unității getice. Această părere susține ideea emisă de Streckeisen (1934), conform căreia planul care desparte "pânzele superioare" de pânza getică se află la baza gnaiselor de Cozia (actuala unitate de Căineni-Hann, Szász, 1984).

Lotru Series and the syn-D₂ structural elements (folds, axes, axial planes) subsequently underwent a large concentric bending that probably coincides with a regional retromorphism (M₄) for both metamorphic series, more obviously manifested in the rocks of the Sibișel Series (biotite or/and chlorite zone of the greenschist facies).

The more recent movements (D₅), probably synchronous with the Alpine deformations, when the Carpathians nappe structure has been formed, yield secondary intraformational folds, as well as antiforms and synforms (e.g. Mărtinia - Dobra - Neagra antiform and the synform in the Râușorului-Cislădioarei zone). These foldings precede a brittle deformation (D₆), within which the normal or reverse faults, as well as the strike-slip faults, are formed. The most obvious system of strike-slip faults is that with a WNW-ESE trending. It affects all the previous structures, including faults with different trends, generally with a dextral shifting.

The continuity of the lithostratigraphic markers, characteristic of the Sebeș-Lotru Series in the zone in which Codarcea-Dessila (1965), as well as Hann, Balintoni (1988), separated the Măgura Unit and Series, is an argument against the existence of these.

Hărtopanu (în Hărtopanu et al., 1988) is the first researcher who mentioned the essential dynamometamorphic character of the Sibișel Series rocks. He described rocks similar with blastomylonites but he did not use this term explicitly. It was used, when describing the Sibișel Series, by Iancu (în Iancu et al., 1989) and by Dinică (în Stelea et al., 1989). The mentioned authors also pointed out the existence of a transition zone from the Sibișel Series to the neighbouring series, that displays on a thickness of about some hundreds of metres incipient blastomylonitization processes, with recrystallizations and neocrystallizations similar with those within the series. The preservation of the transition zone, from the Sibișel Series to the Sebeș-Lotru Series, along the whole outcropping lineament between the Sebeș and Sadului rivers, imposes both the pre-Alpine character of the tectonic plane between the two series and the fact that the more recent movements have not been ample enough to generate a nappe proper; it would have covered at least partially the transition zone.

The above-mentioned arguments make us state, according to Hărtopanu (în Hărtopanu et al., 1984), that the Sibișel Series belongs to the Getic Unit. This opinion is in favour of Streckeisen's hypothesis (1934) according to which the plan that divides the divides the "upper nappes" from the Getic Nappe is situated at the base of the Cozia gneisses (actual Căineni Unit - Hann, Szász, 1984).



References

- Codarcea-Dessila, M. (1965) Studiul geologic și petrografic al regiunii Rășinari-Cisnădioara-Sadu. *Mem. Inst. Geol. Geofiz.*, VI, p. 1-78, București.
- Hann, H. P., Szász, L. (1984) Geological Structure of the Olt Valley between Căineni and Brezoi (South Carpathians). *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, LXVIII/5, p. 23-37, București.
- , Balintoni, I. (1988) Geological Structure of the Olt Valley between Rășinari and Căineni (South Carpathians). *D. S. Inst. Geol. Geofiz.*, 72-73/5, p. 119-129, București.
- Hârtopanu, I. (1982) Semnificația rocilor cu minerale Al_2SiO_5 (disten, sillimanit, andaluzit) din Cristalul Carpaților Meridionali. Teza de doctorat (rezumat), 122 p., Universitatea București.
- , Stelea, G., Mateescu, G., Constantinescu, D., Conovici, M., Hârtopanu, P., Stelea, I., Conovici, N., Lupulescu, A., Stan, N., Stănoiu, I., Berza, T., Iancu, V., Seghedi, A., Visarion, A., Udrescu, C., Dimofte, C., Chivu, C. (1984) Report. Arch. Inst. Geol. Geofiz., București.
- , Stelea, I., Rusu, A., Stelea, G., Mărunțeanu, M., Lupulescu, A., Șerban, E., Șerbănescu, A. (1988) Report. Arch. Inst. Geol. Geofiz. București.
- Iancu, V., Mărunțiu, M., Stelea, I., Săbău, G., Bindea, G., Conovici, M., Pană, D., Balaban, A., Bratosin, I., Vanghelie, I. (1989) Report. Arch. Inst. Geol. Geofiz., București.
- Săbău, G. (1995) Efectele metalogenetice ale tectonicii de pânză metamorfică în partea superioară a seriei de Lotru. *Rom. J. Mineral. Deposits*, 76, p. 55-62, București.
- Stelea, I., Dinică, I., Hârtopanu I., Lupulescu, A., Stelea, G. (1989) Report. Arch. Inst. Geol. Geofiz., București.

METAMORFISM DINAMIC ALPIN ÎN ZONA MUREȘ ALPINE DYNAMIC METAMORPHISM IN THE MUREȘ ZONE

I. DINICĂ, D. PANĂ, M. CONOVICI, E. ROȘU

În partea de sud-vest a Munților Metaliferi, între localitățile Tisa, Groși și Coșteiu de Sus, lucrările geologice anterioare au semnalat aflorarea, pe arii reduse, a unor metamorfită de grad scăzut. Acestea sunt acoperite de roci vulcanice din suita banatică sau/și de roci sedimentare neogene.

Cercetătorii care le-au semnalat au descris diferite tipuri de metapelite, metagresii, metatufuri și metabazite; pe baza asemănării cu rocile slab metamorfizate din nordul masivului Poiana Ruscă ele au fost considerate ca aparținând soclului cristalin al acestuia, care s-ar prelungi pe sub depozitele de roci mai noi până în regiunea menționată. Foaia Lăpuși-Coștei (Lupu et al., 1991) a hărții geologice a României, scara 1:50.000, definește aceste iviri ca metamorfită milonizate și filonizate, de vârstă posibil paleozoică.

Cercetările geologice efectuate de noi în zona menționată confirmă gradul scăzut și chiar foarte scăzut al metamorfismului acestor roci, dar relevă în special caracterul lor de dinamometamorfită, deformate într-un regim de stress puternic în care a acționat un cuplu de forțe de forfecare.

Deformarea rocilor este foarte neomogenă ca distribuție spațială și ca intensitate, funcție de competența rocilor și de modul în care s-au manifestat, local, componentele stresului. La scară mezoscopică, în masa rocilor dinamometamorfice, care afișează o șistozitate pronunțată, plan-paralelă, cu o textură de curgere tectonică evidentă, se pot distinge lentile de roci mai puțin afectate, cu dimensiuni de la centimetri la metri sau chiar mai mari. La microscop se constată că aceste lentile păstrează în bună măsură caracteristici mineralogice și structural-texturale primare, care permit recunoașterea tipurilor de roci premetamorfice. Pe această bază se poate afirma cu certitudine că rocile premetamorfice se încadrează la două grupe principale: roci sedimentare (gresii și siltite cu ciment silicios sau calcaros) și roci magmatice bazice (gabbouri, microgabbouri, bazalte, piroclastite bazaltice, subordonat dolerite și anamesite).

Studiul microscopic al rocilor afectate de dinamometamorfism arată ca planele S_1 , care dau textura orientată a rocilor, sunt de diferite tipuri: clivaj de fractură, clivaj de crenulație, clivaj ardezian și, mai rar, rubanare de diferențiere.

In the south-western part of the Metaliferi Mts, between the localities of Tisa, Groși and Coșteiu de Sus, previous geological works stressed out the outcropping of some low-grade metamorphics on reduced areas. They are overlain by volcanic rocks that belong to the Laramian magmatites and/or Neogene sedimentary rocks.

Different types of metapelites, metasandstones, metatuffs and metabasites have been described; on the basis of their similarities with the weakly metamorphosed rocks in the northern part of the Poiana Ruscă massif they were considered to pertain to its crystalline basement that would extend, under the more recent deposits, up to the mentioned zone. On the Lăpuși-Coștei sheet (Lupu et al., 1991) of the Geological Map of Romania, scale 1:50,000, they are recorded as sheared metamorphics, assumed to be Paleozoic in age.

The research carried out by us in the above-mentioned zone confirms the low- and sometimes very low-grade metamorphism of the rocks and also highlights their character of dynamo-metamorphics deformed in a high stress regime in which a couple of shear forces activated.

The deformation of the rocks is quite unhomogeneous, as regards the spatial distribution and intensity, according to the competence of the rocks and the small-scale manifestation way of the stress components. On a mesoscopic scale, within the dynamo-metamorphic rocks mass, that displays a marked plan-parallel schistosity, with an obvious tectonic flow texture, lenses of less affected rocks, with sizes varying from centimetres to metres or even tens of metres, can be distinguished. Under the microscope one can observe that these lenses preserve to a large extent primary mineralogical and fabric features, that made possible the recognition of the premetamorphic rock types. Considering all this, the premetamorphic rocks can be assigned to two main groups: sedimentary rocks (sandstones and siltstones with siliceous or calcareous cement) and basic magmatic rocks (gabbros, microgabbros, basalts, pyroclastic basalts and subordinately dolerites and anamesites).

The microscopic study of the rocks affected by dynamo-metamorphism shows that the S_1 planes, that



Se formează astfel "roci de falie" (Sibson, 1977) care alcătuiesc o serie continuă de la cataclazite, vizibile în interiorul lentilelor de roci mai puțin afectate, până la roci cu o textură de deformare ductilă: protomilonite, milonite, filonite și blastomilonite. În rocile competente, pe planele S_1 , se remarcă prezența unor liniatii de stretching bine exprimate sau, mai rar, a unor benzi subdecimetrice cu suprafețe șlefuite și cu striuri de tipul "slickenside striae".

Foliația S_1 are în general poziția NE-SV și înclinare spre SE, dar cu frecvente abateri de la această direcție. Cu toate acestea, liniatia de stretching înclină, aproape constant, cu 30° – 50° spre NE.

Ca și deformarea, recristalizarea metamorfică este foarte neuniformă, uneori fiind aproape absentă, cum este cazul clivajelor de fractură. Gradul de metamorfism este scăzut și foarte scăzut, nedepășind faciesul șisturilor verzi. Recristalizarea metamorfică (sau neocristalizarea) rareori este suficient de puternică pentru a șterge complet caracteristicile rocilor premetamorfice. Ea interesează cuarțul, calcitul, mica albă, cloritul, albitul, actinolitul și epidotul.

Pe izvorul văii Mijlocia, la vest de Tisa (Fig.) se poate observa afectarea progresivă a gresiilor din "stratele de Căbești", de vârstă Barremian-Aptian inferior, de către dinamometamorfism. Această observație permite afirmația că cele două grupe de roci, menționate mai sus ca fiind afectate de metamorfismul dinamic, sunt reprezentate de sedimentele stratelor de Căbești și de rocile magmatice din "Complexul ofiolitic" (sensu Săndulescu, 1984; Nicolae, în Lupu et al., 1991).

Procesele dinamometrice descrise trădează existența și funcționarea unei zone de forfecare ("shear zone") între domeniul oceanic al Transilvanidelor și cel continental al Dacidelor mediane (Săndulescu, 1980). Rocile dinamometamorfice afloră pe un aliniament VSV-ENE, cu o lungime de 15 Km (Fig.); lățimea zonei este de cca. 3 Km, dar ea reprezintă, probabil, partea vizibilă a unei zone mai importante, care se înscrie, aproximativ, în lărgul bazinului Lăpugiu.

Existența unei fracturi crustale pe aceeași direcție și cu aceeași amplasare, a fost afirmată de Andrei și Cristescu (1966), pe baza interpretării anomaliilor gravimetrice și magnetometrice ΔT - "fractura Cuieș-Recaș". Autorii susțin vârsta ante-Pliocenă a acestei fracturi; Andrei et al. (1975) mențin această vârstă, dar argumentează reactivarea aceleiași fracturi în Pliocen, pentru a explica punerea în loc a bazaltelor de la Lucareț.

Observațiile noastre permit afirmarea vârstei cretacice medii pentru momentul principal al funcționării acestei fracturi, deoarece cele mai noi formațiuni afectate sunt stratele de Căbești (Barremian-Aptian

give the oriented texture of the rocks, are of different types: fracture cleavage, crenulation cleavage, slaty cleavage and, more rarely, differentiation banding.

Thus, "fault rocks" are formed (Sibson, 1977) that constitute a continuous series, from cataclasites, visible inside the least affected lenses, up to rocks with a ductile deformation texture: protomylonites, mylonites, phylonites and blastomylonites. In the competent rocks, well marked stretching lineations or, more rarely, subdecimetric bands with polished surfaces and "slickenside striae" are observed on the S_1 planes.

Generally, the S_1 foliation shows a NE-SW trending and a SE dipping, with frequent deviations from this trend. Nevertheless, the stretching lineation dips almost constantly 30° – 50° towards NE.

Like deformation, the metamorphic recrystallization is quite ununiform, locally almost absent, e.g. in case of the fracture cleavage. The metamorphism grade is low and very low, and it does not exceed the greenschists facies. The metamorphic recrystallization (or neocrystallization) is seldom strong enough to delete completely the characteristics of the premetamorphic rocks. It is of interest for quartz, calcite, white mica, chlorite, albite, actinolite and epidote.

In the spring area of the Mijlocia Valley, west of Tisa (Fig.) it is of note the gradual overprinting of the sandstones from the "Căbești Beds", Barremian-Lower Aptian in age, by the dynamo-metamorphism. This observation makes us state that the two rock groups, mentioned above as being affected by the dynamic metamorphism, are represented by the sedimentary rocks of the "Căbești Beds" and the magmatic rocks of the "ophiolitic complex" (sensu Săndulescu, 1984; Nicolae in Lupu et al., 1991).

The described dynamometamorphic processes imply the existence and activation of a "shear zone" between the Transylvanides oceanic realm and the Median Dacides continental realm (Săndulescu, 1980). The dynamometamorphic rocks crop out on a WSW-ENE lineament, 15 Km long (Fig.); the width of this zone is of about 3 Km but it probably represents the visible part of a major zone extended approximately along the Lăpugiu basin.

The existence of a crustal fracture on the same direction and location was stated by Andrei and Cristescu (1966) on the basis of interpretation of the gravity and magnetometric anomalies ΔT - "Cuieș-Recaș fracture". The authors consider this fracture of ante-Pliocene age; Andrei et al. (1975) agree with this age but they argue the reactivation of the same fracture in the Pliocene time in order to explain the emplacement of the Lucareț basalts.

Our observations make us assert the Middle Cretaceous age for the main moment of activity of this



inferior) iar primele depozite neafectate sunt vulcanicele banatitice (Maastrichtian-Paleocen). După amplasarea și dimensiunile ei, se poate presupune că este vorba de "falia sud-Transilvană" (Săndulescu, 1980, 1984) care este, probabil, o falie transcurentă, cu deplasare dextră, între domeniul Transilvanidelor și cel al Dacidelor mediane.

fracture, because the more recent formations affected by it are the Căbești Beds (Barremian-Lower Aptian), but the first unaffected deposits are the Laramian volcanics (Maastrichtian-Paleocene). Considering its location and sizes, one can presume that this is the "South-Transylvanian Fault" (Săndulescu, 1980, 1984) that is probably transcurrent fault, with dextral shift, between the Transylvanides and Median Dacides realms.

References

- Andrei, J., Cristescu, T. (1966) Asupra prezenței unei fracturi crustale pe rama nordică a bazinelor Lăpuș și Timiș-Bega. *Șt. cerc. geol. geofiz. geogr., Geofiz.*, 4, 2, p. 311-315, București.
- , Calotă, C., Scurtu, F. (1975) Considerations structurales sur le sillon ophiolitique des Monts Métallifères a l'aide des données géophysiques et des certains éléments quantitatifs obtenus grace au modelage. *Rev. Roum. Géol. Géophys. Géogr., (Géophys.)*, 19, p. 101-111, București.
- Lupu, M., Marinescu, Fl., Roșu, E., Nicolae, I., Mureșan, M., Popescu, A. (1991) Harta geologică a României, sc.1:50.000, Foaia Lăpuș-Coștei. Ed. Inst. Geol. Geofiz., București
- Săndulescu, M. (1980) Analyse géotectonique des chaines alpines autour de la Mer Noir Occidentale. *An. Inst. Geol. Geofiz.*, LVI, p. 5-54, București.
- (1984) Geotectonica României. Ed. Tehn., 336 p., București.
- Sibson, R. H. (1977) Fault rocks and fault mechanism. *J. Geol. Soc.*, London, 133, p. 191-213.



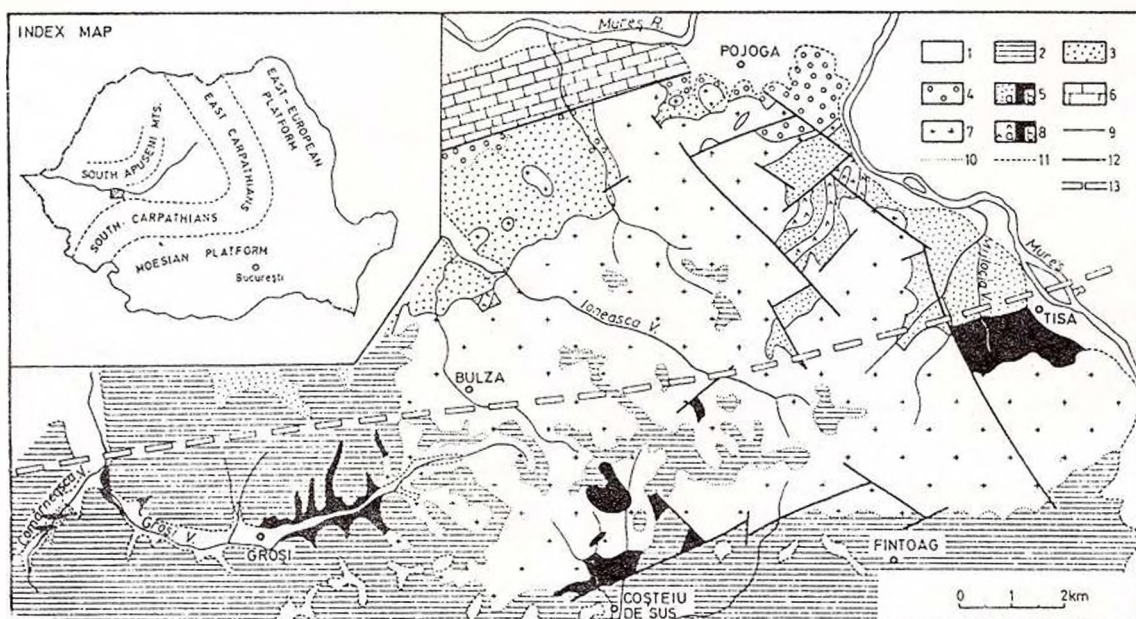


Fig. 15.- Harta geologică a regiunii Groși-Tisa (conform Hărții Geologice a Roâniei, scara 1:50.000, foaia Lăpuși-Coștei. Lupu et al., 1991, cu modificări): 1, Cuaternar: aluviuni și depozite de terasă : 2, Miocen-Pliocen: nisip, pietriș, argilă, tuf; 3, Vraconian-Cenomanian: conglomerate, microbrecii, calcarenite - "strate de Fornadia"; 4, Aptian târziu-Albian: conglomerate cu calcare și ofiolite, calcarenite, marne siltice cu Orbitolinide; 5, Barremian-Aptian timpuriu: șisturi negre, gresii cuarțitice, calcare micritice - "strate de Căbești" (a); afectate de dinamometamorfism (b); 6, Jurasic târziu: calcare stratificate și calcare masive. Roci vulcanice; 7, Maastrichtian-Paleocen: "roci banatitice"; 8, Jurasic: bazalte gabbrouri, anamesite, dolerite (a); afectate de dinamometamorfism (b). Semne convenționale: 9, limită geologică generală; 10, limită de discordanță; 11, limita depozitelor cuaternare; 12, falie, 13, limita de nord a zonei de forfecare.

Fig. - Geologic map of the Groși-Tisa region (According to Geological Map of Romania, Sc. 1:50,000, Lăpuși-Coștei sheet, Lupu et al., 1991, with modification): 1, Quaternary: alluvia and terrace deposits; 2, Miocene-Pliocene: sand, gravel, clay, tuff; 3, Vraconian-Cenomanian: conglomerate, microbreccia, calcarenite - "Fornadia Beds"; 4, Late Aptian-Albian: conglomerate, limestone breccia and ophiolites, calcarenite, silty marlstone with Orbitolinides; 5, Barremian-Early Aptian: black slates, quartzitic, sandstones, micritic limestones-"Căbești Beds" (a); affected by dynamometamorphism (b); 6, Late Jurassic: layered limestone and massive limestone. Igneous rocks; 7, Maastrichtian-Paleocene: "Banatitic rocks"; 8, Jurassic: basalts, gabbros, anamesites, dolerites (a); affected by dynamometamorphism (b). Conventional signs; 9, general geological boundary; 10, discordance boundary; 11, boundary of the Quaternary deposits; 12, fault; 13, northern boundary of the shear zone.

OXIZII FE-TI ÎN METAMORFISMUL DINAMIC DIN SERIA DE SEBEȘ-LOTU (MUNȚII SEBEȘ-CIBIN) Fe-Ti OXIDES IN DYNAMIC METAMORPHISM WITHIN THE SEBEȘ-LOTU SERIES (SEBEȘ-CIBIN MTS)

I. STELEA

Introducere

Paragenezele M_1 din gnaisele și micașisturile seriei de Sebeș-Lotru sunt bogate în silicați fero-magnezieni (biotit, granat, staurolit) și, în consecință, sărace în oxizi Fe-Ti, reprezentați în principal de asociația magnetit-ilmenit, caracteristică paragenezelor formate în condiții reducătoare. În timpul metamorfismului regional M_2 , de presiune medie, silicații fero-magnezieni se descompun oxidant. Cele mai importante, din punct de vedere cantitativ, sunt reacțiile de descompunere a biotitului, pe seama căruia se formează muscovit (în micașisturi) și muscovit + epidot (în gnaise). Eliberarea cationilor Fe^{2+} și Ti^{4+} face posibilă cristalizarea asociației hematit-ilmenit-rutil, caracteristică paragenezelor oxidate. Cationii Mg^{2+} intră în rețeaua muscovitului, a cărei compoziție fengitică este sugerată de unghiurile 2V mici ($0-20^0$).

Postcinematic, în unele volume de roci se instalează condiții reducătoare, apropiate celor din M_1 . În aceste roci cationii Fe^{2+} se fixează ca atare în granat II, iar Ti^{4+} intră în sfen. Variația fO_2 în timpul metamorfismului regional M_2 se corelează cu variații mici, dar semnificative, ale rapoartelor $FeO/FeO+MgO$ și Fe_2O_3/FeO , calculate din analize chimice pe rocă totală.

Oxizii Fe-Ti în metamorfismul dinamic

Metamorfismul dinamic prealpin din seria de Sebeș-Lotru este legat de trei zone de forfecare ductilă sin- M_2 (Păltiniș, Șugag și Rășinari), puse în evidență de alinamente de blastomilonite cu parageneze de grad mediu. Condiții geologice diferite au determinat condiții redox diferite în cele trei zone de forfecare (Figura).

A. Zona de forfecare Păltiniș (ZFP)

ZFP afectează micașisturile din apropierea contactului cu gnaisele cuarțo-feldspatice, pe care le transformă în blastomilonite cu mize albe. În timpul forfecării, silicații din parageneza M_1 se descompun

Introduction

The M_1 parageneses in the gneisses and the micaschists of the Sebeș-Lotru series are rich in Fe-Mg silicates (biotite, almandine I, staurolite) and poor in Fe-Ti oxides (magnetite, ilmenite), while the M_2 parageneses in the same rocks are poor in Fe-Mg silicates and relatively rich in Fe-Ti oxides (hematite, ilmenite and rutile). Hence we infer a strong oxidation of Fe-Mg silicates during the M_2 event of regional metamorphism. The main oxidizing reaction is the biotite breakdown to muscovite (in micaschists) or to muscovite+epidote (in gneisses). The release of Fe^{2+} and Ti^{4+} cations allowed the association hematite-ilmenite-rutile to crystallise. The Mg^{2+} cations enter in the lattice of new-formed muscovite, whose phengitic composition is suggested by small 2V angles ($0-20^0$).

Post- M_2 , the oxidizing conditions change locally into reductive ones, similar to those governing the M_1 event. In these rocks, Fe^{2+} and Ti^{4+} are fixed as almandine II and titanite, respectively. The fO_2 variations correlate with small, but significant variations in the $FeO/FeO+MgO$ and Fe_2O_3/FeO ratios of the silicate assemblages.

Fe-Ti oxides in dynamic metamorphism

The pre-Alpine dynamic metamorphism within the Sebeș-Lotru series is related to three ductile shear zones (Păltiniș, Șugag and Rășinari) that were active during M_2 event. The blastomylonites along them show syn- and postkinematic medium-grade parageneses. Different relationships between silicates and Fe-Ti oxides point out different variation models of fO_2 across each shear zone (Figure).

A. Păltiniș shear zone (PSZ)

In the pile of the Sebeș-Lotru series, PSZ is coincident with the boundary between micaschists and quartz-feldspathic gneisses. The micaschists along it have been altered to white blastomylonites, in which



complet. Sincinematically crystallise muscovite and margarite, forming a microblastic matrix in which quartz recrystallized contains frequent inclusions of sillimanite fibrolitic. Very rarely appear Fe-Ti oxides, represented by the association of hematite-ilmenite-rutile. Oxidation in ZFP is supported by analytical data showing a decrease in the FeO/FeO+MgO ratio and a large increase in the Fe₂O₃/FeO ratio in blastomylonites, compared with the protolith.

The production of Fe-Ti oxides in ZFP is explained by the metasomatic association of deformation, in the wake of which blastomylonites become enriched in Fe^{2+} , K^+ and Ca^{2+} , and lose silica, Fe^{2+} and Mg^{2+} . Cations of Fe^{2+} migrate towards the margins of the zone of shearing, where, in reductive conditions, they are fixed postkinematically in the chloritoid network.

Reductive conditions installed postkinematically at the margins of ZFP are attested by the presence of graphite in the cores of granules of disten II. In the growth of disten II, the matrix of muscovite and margarite is consumed, pushing towards the margins the Fe-Ti oxides from this. In the intergranular spaces in which they concentrate, ilmenite is partially replaced by rutile. Overall, it is engulfed by disten and forms inclusions of the same, together with Ca, the result of the digestion of margarite.

B. Zona de forfecare Șugag (ZFS)

ZFS affects the gneisses of the Sebeș-Lotru series, in particular those situated at the limit between the median (micaceous) and the lower (granitic) complexes. By dynamic metamorphism, on the same or a different blastomylonite biotitic paragenesis, the latter, formed by recrystallization postkinematically, is composed of oligoclase II + biotite II + garnet II ± disten II, being mineralogically identical to the paragenesis M_1 of the gneisses (oligoclase I + biotite I + garnet I ± disten I).

Recrystallization isochimically of the silicates ferromagnesian in ZFS requires reductive conditions, confirmed by the values of the ratios FeO/FeO+MgO and Fe₂O₃/FeO in blastomylonite biotitic. These conditions have allowed only the sporadic crystallization of the magnetite-ilmenite association.

Zona de forfecare Rășinari (ZFR)

ZFR cuts vertically the whole stack of metamorphic rocks of the Sebeș-Lotru series, but at the actual level of erosion in the north of the Sebeș-Cibin Massif are exposed predominantly micaceous gneisses of the median complex. Rocks deformed in ZFR show various combinations of plastic and cataclastic strains, the result of the superposition of a brittle Alpine deformation over a ductile pre-Alpine one (approximately synchronous with M_2).

The minerals of M_1 paragenesis recrystallized as fine-grained muscovite, margarite, sillimanite and quartz, accompanied by an oxide association of hematite, ilmenite and rutile. The increasing Fe₂O₃/FeO, as well as the decreasing FeO/FeO+MgO, in blastomylonites compared to the protolith, confirms the syntectonic oxidation inside PSZ.

Despite this fact, the Fe-Ti oxides amount is small, since Fe^{2+} , Mg^{2+} and silica leave the deformed rocks, while Ca^{2+} , K^+ and water enter the shear zone, during the shearing. The release of Fe^{2+} cations allowed chloritoid to crystallize postkinematically in the walls of the shear zone.

The postkinematic reductive conditions on the edges of PSZ are also confirmed by the presence of graphite around the undeformed grains of recrystallized kyanite II. Growing at the expense of muscovite-margarite matrix, kyanite II removes outwards the Fe-Ti oxides, that concentrate in the intergranular spaces, where ilmenite is partially replaced by rutile. A share of Ti^{4+} is included by kyanite to form titanite with Ca^{2+} released by the margarite consumption.

B. Șugag shear zone (SSZ)

Coarse-grained gneisses have been altered to dark microblastic gneisses along SSZ, roughly coincident with the boundary between the mica gneisses and the augen gneisses of the Sebeș-Lotru series. The blastomylonitic paragenesis formed by postkinematic recrystallization consists in biotite II + oligoclase II + almandine II ± kyanite II, being mineralogically the same with the M_1 paragenesis of the protolith (oligoclase I + biotite I + almandine I + kyanite I).

The isochemical recrystallization of Fe-Mg silicates inside SSZ requires reductive conditions, that are also supported by Fe₂O₃/FeO and FeO/FeO+MgO ratios in blastomylonites. Given the lack of syntectonic oxidation, only the association magnetite-ilmenite crystallized locally.

Rășinari shear zone (RSZ)

RSZ cross-cuts vertically the pile of Sebeș-Lotru metamorphics but mica gneisses are mainly exposed at the present-day erosion depth. The mylonites of RSZ show varying combinations of plastic and cataclastic strains, as a result of the superposition of a brittle Alpine deformation, over a ductile pre-Alpine one, roughly synchronous with M_2 event.



Etapa deformării ductile. Deformarea ductilă transformă gnaisele micacee în blastomilonite biotitice, cu o paragenză sincinemătică de biotit II + plagioclaz II, la care se asociază granat sau andaluzit, ambele cristalizate postcinematic. Transversal pe ZFR, pe fondul creșterii treptate a strainului ductil spre axul zonei, alternează nivele de gnaise micacee în care silicații fero-magnezieni se descompun, cu nivele în care aceștia recrystalizează.

Rocile în care silicații fero-magnezieni se descompun prezintă un strain intermediar între metamorfismul regional și cel dinamic. Ca și în metamorfismul regional M_2 , biotitul se descompune în muscovit sau muscovit+epidot, dar reacțiile sunt complete. Condițiile oxidante în care acestea au loc, confirmate și de valoarea rapoartelor $FeO/FeO+MgO$ și Fe_2O_3/FeO , permit cristalizarea sincinemătică a ilmenitului și cristalizarea postcinematică a rutilului și hematitului.

Rocile în care biotitul recrystalizează prezintă un strain plastic ridicat, realizat în condiții aparent reducătoare. Datele analitice confirmă aceste condiții în unele probe (7866), dar indică condiții oxidante în altele (7871B). Recrystalizarea biotitului în condiții reducătoare nu produce oxizi Fe-Ti, de unde deducem că este izochimică, situație similară cu cea din ZFS. Dimpotrivă, recrystalizarea biotitului în condiții oxidante conduce la cristalizarea postcinematică a magnetitului. În această situație are loc diferizarea biotitului I și îmbogățirea în magneziu a biotitului II.

Etapa deformării casante. Deformarea casantă în ZFR, datorată în principal unui stress de tensiune, este legată de falii și are ca efect cataclazarea și retrogradarea metamorfică a mineralelor preexistente. Reacțiile de hidratare și carbonatare conduc la formarea în rocile gnaise și micacee a unei asociații minerale de grad scăzut, reprezentată în principal din clorit, albit, ilmenit și rutil. Asociația ilmenit+rutil+clorit, în care ilmenitul și rutilul substituie magnetitul, arată condiții reducătoare de formare, confirmate și de prezența grafitului în milonitele formate pe roci carbonatice.

Compoziția chimică a cloritelor din ZFR, sugerată de caracterele lor optice, reflectă compoziția biotitelor pe seama cărora s-au format. În sisturile cu magnetit, pe biotitul II (microblastic) se formează numai clorite magneziene ($2V^+$, birefrință normală), în timp ce biotitul I (larg cristalizat) este substituit atât de clorite magneziene cât și de clorite ferifere ($2V^-$, birefrință anormală). Un clorit ferifer apare frecvent pe fisurile de tensiune și în umbrele de presiune ale porfiroclastelor de magnetit.

Stage of ductile deformation. The plastic strain distribution across RSZ caused a tectonic layering, in which high-strained rocks alternate with medium-strained ones.

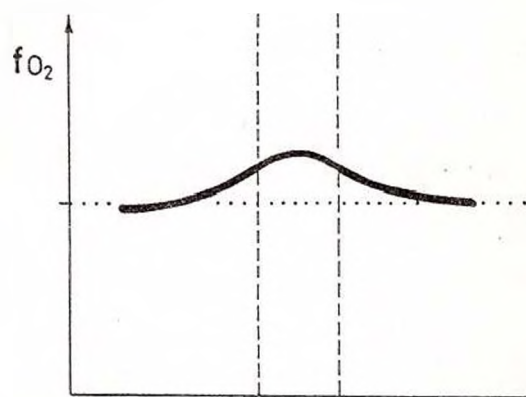
In the medium-strained layers the syntectonic oxidation of Fe-Mg silicates took place. The main reaction is the biotite breakdown to muscovite \pm epidote, that allowed the synkinematic crystallisation of ilmenite and the postkinematic crystallisation of the association rutile-hematite. The syntectonic oxidation is also supported by analytical data.

In high-strained layers the mica gneisses alter to dark fine-grained gneisses, in which Fe-Mg silicates recrystallise, in apparently reductive conditions, giving rise to a blastomylonitic paragenesis of biotite II + oligoclase II + almandine II \pm andalusite. Fe_2O_3/FeO and $FeO/FeO+MgO$ ratios confirm the reductive conditions for some samples (ex. 7866), but show oxidizing conditions for others (ex. 7871 B). The biotite recrystallisation in the reduced samples did not yield Fe-Ti oxides, and hence we infer that it was isochemical. The biotite recrystallization in the oxidized samples led, on the contrary, to the postkinematic crystallisation of magnetite. In this case the deferrization of biotite I and the magnesium enrichment of biotite II took place.

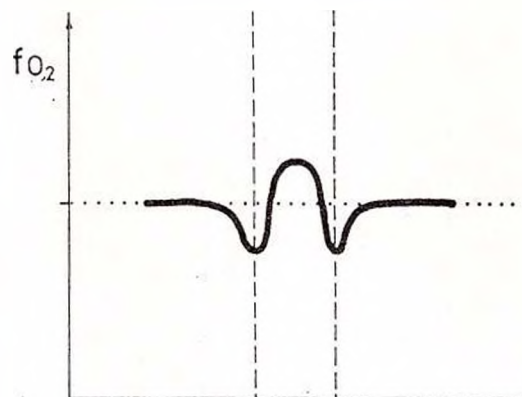
Stage of brittle deformation. The cataclastic strain inside RSZ, mainly due to tension stress, is related to brittle faults and caused cataclasis and retrogression of pre-existing mineral assemblages. Hydration and carbonation reactions in gneisses and micaschists give rise to low-grade assemblages mainly consisting in chlorite, albite, calcite, ilmenite and rutile. The association ilmenite+rutile+chlorite, replacing biotite and magnetite, shows reductive conditions, also confirmed by the presence of graphite in the carbonatic mylonites.

The optical properties of chlorites inside RSZ suggest different chemical compositions reflecting the different compositions of the replaced biotites. In the magnetite-bearing schists, biotite II (fine-grained) is replaced by Mg-rich chlorite ($2V^+$, normal birefringency), while biotite I (coarse-grained relics) is replaced either by Mg-rich chlorite, or by Fe-rich chlorite ($2V^-$, anomalous birefringency). A Fe-rich chlorite grows at the expense of magnetite porphyroclasts, in tension gashes and pressure shadows.

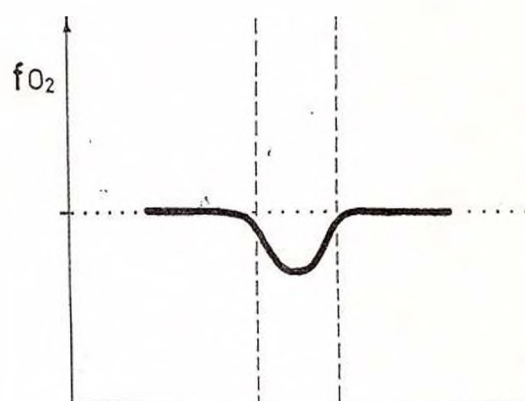




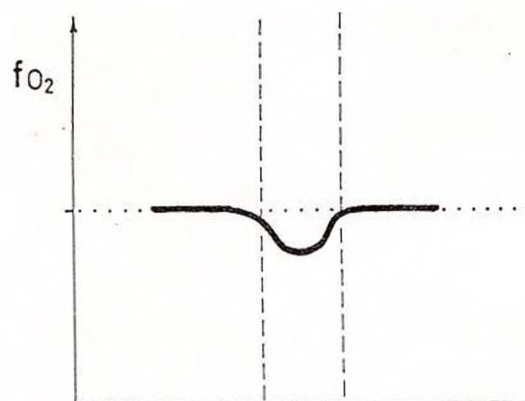
1a



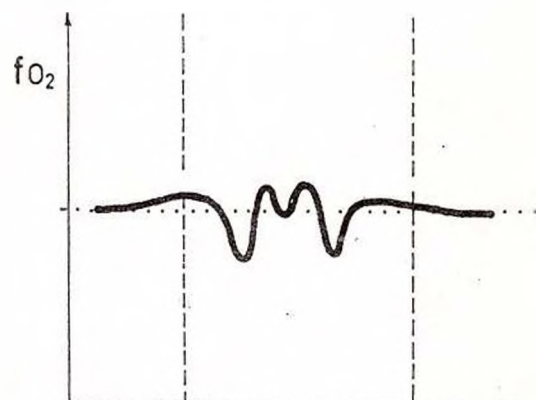
1b



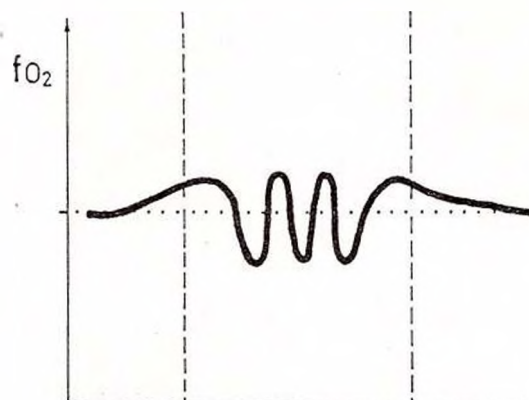
2a



2b



3a



3b

Fig. - Modele idealizate ale variației sin- (a) și postcinematice (b) a fO_2 , transversal pe zonele de forfecare Păltiniș (1), Șugag (2) și Rășinari (3). Linia punctată reprezintă valoarea fO_2 în timpul metamorfismului regional M_2 , corespunzând aproximativ limitei magnetit/hematit la 600°C .

Idealized models of syn- (a) and postkinematic (b) variation of fO_2 across the shear zones Păltiniș (1), Șugag (2) and Rășinari (3). The dotted line represents the fO_2 value during M_2 event of regional metamorphism, roughly corresponding to the magnetite/hematite boundary at 600°C .

MECANISMUL DE DEFORMARE ALPINĂ A MUNTILOR FĂGĂRAȘ. O IPOTEZĂ ALPINE DEFORMATIONAL MECHANISM OF THE FĂGĂRAȘ MOUNTAINS. A HYPOTHESIS

L. NEDELICU

Deformările alpine pot fi urmărite de la nivelul megastructurii până la cel al granului mineral. Aceste deformări sunt reprezentate de un set de plane de forfecare S legate genetic de forfecările regionale: plane de șariaj, falii. Planele de șariaj sunt marcate de laminări și de roci formate în condiții dinamice: cataclazite, breccii, milonite, ultramilonite, pseudotachilite.

La nivelul granului mineral, deformările se traduc prin rearanjări structurale și uneori chimice:

- formarea "fringe"-urilor de cuarț sau carbonați în cursul deformării unor cristale euhedrale de pirită: poziția și forma acestor fibre de deformare pot indica tipul și sensul forfecării (Hanmer, Passchier, 1991);

- microcutarea planelor de maclă (tip polisintetic) și formarea paietelor fine de miche în feldspații plagioclazi din asociațiile de roci cuarțo-feldspatice;

- formarea de pertite de substitutie și/sau de pseudomacle în grătar (macle albit-periclin ?) la feldspații ortoclazi în zonele de deformare a granitoidului de Bârsa Fierului.

1. *Implicațiile geodinamice ale deformărilor* în cadrul masivului Făgăraș au fost deduse pe baza analizei liniamentelor de teledetecție rezultate din satelitograme NASA-ERTS. Din suprapunerea acestora pe harta structurală a masivului (compilată și modificată după Balintoni et al., 1986, 1987; Gheucă, 1986, Nedelcu et al., 1986, Pană, 1987) a rezultat rolul geodinamic deosebit al faliilor din sistemul A, cu orientare E-V și deplasare dextră. Acestea sunt probabil legate genetic și spațial de fracturi transcrustale care au facilitat realizarea curburilor carpatice prin translații ale vorlandului (Săndulescu, 1984). Întrucât aceste falii afectează depozitele miocen inferioare ale Bazinului Transilvaniei, se poate presupune că sunt rezultatul deformărilor post-tectogenetice, eomiocene (Săndulescu, 1984). De-a lungul lor a avut loc separarea tronsonului est carpat de cel meridional prin intermediul unei structuri de tip graben.

2. *Mecanismul deformațional* al masivului Făgăraș a fost sugerat într-un model tridimensional (Fig.). Deformarea s-a realizat probabil într-un regim de forfecare simplă necoaxială de-a lungul unor plane de falie

Alpine deformations of the Făgăraș pile of crystalline schists may be followed from the megastructure level to that of the mineral grain. These deformations are represented by a set of S shear planes, genetically related to regional shears (i.e. overthrust planes, faults). The overthrust planes are marked both by the mylonitic foliations and by rocks generated under dynamic conditions: cataclasites, breccias, mylonites, ultramylonites, pseudotachylytes.

At the mineral grain level, the deformations took place by structural, and sometimes chemical rebalancing:

- the formation of quartz and carbonates fringes during the deformation of some pyrite euhedral crystals; the position and shape of these fringes or fibres can indicate the type and the direction of the shear (Hanmer, Passchier, 1991);

- the microbending of the polysynthetic twin planes and formation of mica flakes within the plagioclase of the quartzo-feldspathic rock assemblages;

- the formation of replacement perthites and/or of the chessboard structure on orthoclase feldspars from deformation zones in Bârsa Fierului granitoids.

1. *Geodynamic implications of the deformations.* On the basis of our analysis of the NASA-ERTS Landsat images, some lineaments were deduced in the Făgăraș Massif suggesting structural and tectonic elements. Thus, their overlapping on the structural map of the massif (compiled and modified after Balintoni et al., 1986, 1987; Gheucă, 1986, Nedelcu et al., 1986, Pană, 1987) rendered evident the distinct geodynamic role of the A system faults east-westwards oriented, with dextral strike shifting. These faults are probably genetically and spatially related to transcrustal fractures involved in the formation of the Carpathian curvatures by Vorland translation (Săndulescu, 1984). Because these faults intersect the Lower Miocene deposits of the Transylvanian Basin they probably resulted during Eocene post-tectogenetic deformations (Săndulescu, 1984). Along them the separation of the Eastern Carpathian branch from the Southern through a graben-type structure took place.



din sistemul A, care au reprezentat totodată plane generale de curgere. Întrucât formațiunile implicate au făcut unghiuri ascuțite cu axele de deformare instantanee minime ale curgerii generale, în cursul deformării progresive acestea au tins să se rotească spre planul de curgere. Această rotație fiind tridimensională a indus o componentă locală a curgerii necoaxiale. În consecință, ca răspuns la curgerea locală, s-au format cute cu axele sub-paralele la direcția generală de curgere (Hanmer, Passchier, 1991). Cinematica deformărilor produse de aceste forfecări are următoarele consecințe de ordin structural: cutarea asimetrică a întregii structuri, cu formarea anticlinalului crestei și a unei cute izoclinale în flancul său sudic, însoțită de retroîncălecările succesive ale grupului Cumpăna peste grupul Făgăraș și ale grupului Iezer peste grupul Cumpăna; desprinderea și deplasarea spre est a tronsonului nord-estic al Făgărașului.

2. *Deformational mechanism.* For a better understanding we tried to suggest the deformational mechanism of the Făgăraș Massif by a 3-D model (Figure). The deformation was probably achieved into noncoaxial simple shear conditions along fault planes of A system, that also represent the bulk flow directions. As the involved metamorphic formations initially made an angle less than 90° with the minimum instantaneous stretching axis of the bulk flow, in the course of progressive deformation these ones tend to rotate towards the flow plane. This rotation being three dimensional induced a local component of noncoaxial flow. Accordingly, in response to local flow, folds with their fold axes sub-parallel to the bulk flow direction have been formed (Hanmer, Passchier, 1991). The deformation kinematics of the Făgăraș crystalline formations (i.e. Făgăraș and Cumpăna Groups) has the following structural consequences: a) asymmetrical folding of the whole structure resulted in the anticline crest and also in an isoclinal folding in its southern flank, associated with successive reverse faults of the Cumpăna Group over the Făgăraș Group, as well as of the Iezer Group over Cumpăna Group; b) detachment and shifting towards east of the north-eastern branch of the Făgăraș Massif.

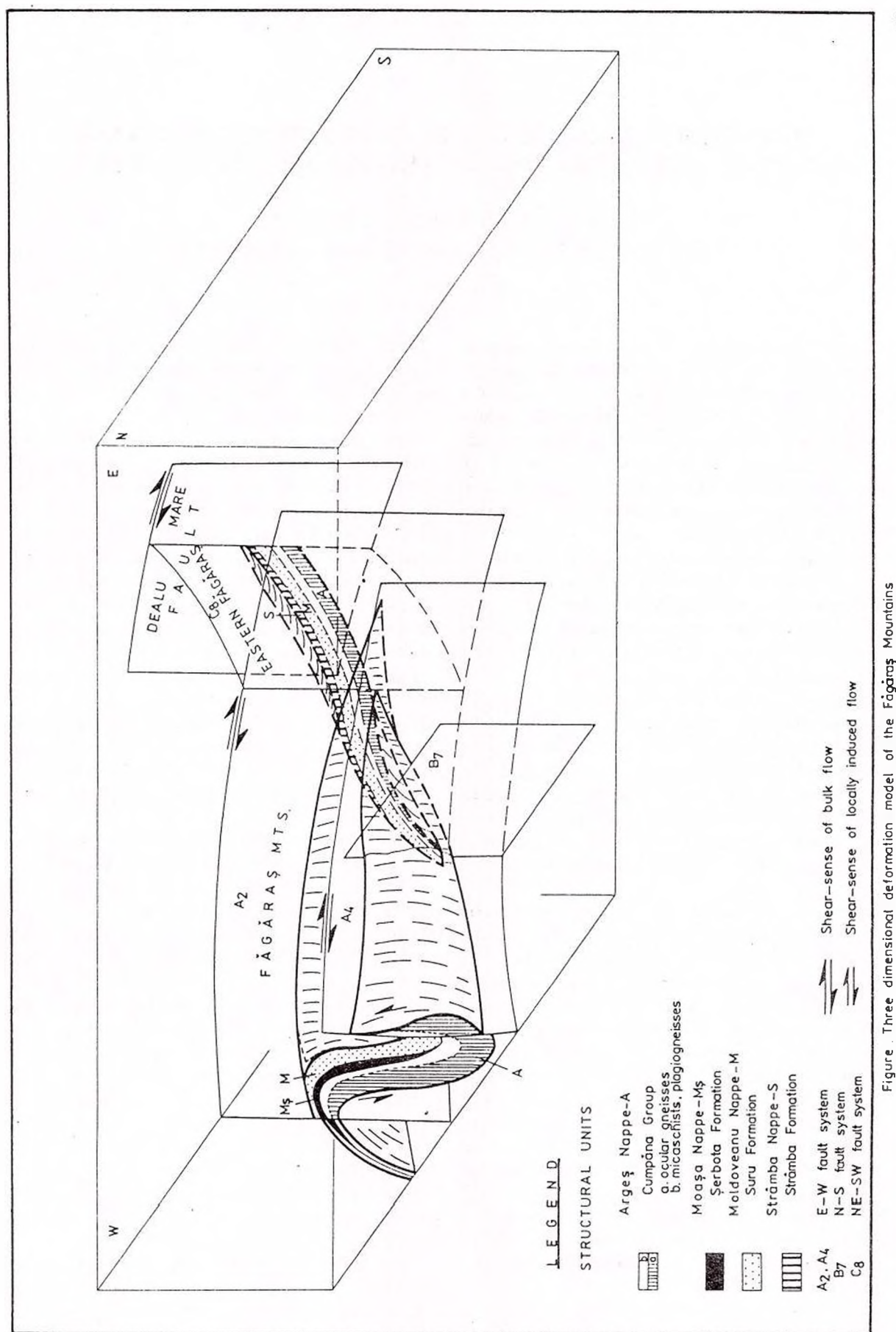


Fig. - Modelul tridimensional de deformare a Munților Făgăraș.

Institutul Geologic al României



METAMORFISMUL ALPIN DIN CARPAȚII MERIDIONALI ALPINE METAMORPHISM IN THE SOUTH CARPATHIANS

A. SEGHEDI, GH. OAIE, M. MĂRUNȚIU,
M. CIULAVU, S. RĂDAN, I. VANGHELIE, A. ȘERBĂNESCU

Minerale index pentru metamorfismul alpin al formațiunilor mezozoice din zona Platoul Mehedinți - Vâlcanul de Sud au fost identificate în roci ale pânzelor de Obârșia, Severin și Coșuștea. Stratigrafia acestor pânze sugerează formarea lor ca unități subîncălcate ale unei prisme de acreție, formată, începând cu Cretacicul inferior, ca urmare a subducției și deformată ulterior în tectogeneza fini-cretacică, odată cu formarea pânzelor de soclu.

Tipul și vârsta succesiunilor din unitățile prisme de acreție sugerează evoluția în timp a sedimentării mezozoice, de la o fosă subalimentată cu sedimente (în Jurasicul superior) la o fosă cu aport moderat de sedimente (în Cretacicul inferior) și în final la o fosă supraalimentată cu sedimente (în Cretacicul superior).

Formațiunile cu minerale index studiate în această etapă sunt bazalele Complexului de Obârșia din pânzele de Obârșia și Severin și depozitele Cretace superioare ale Pânzei de Coșuștea, cuprinzând turbidite vulcanoclastice și un complex de melange. Prezența pumpellyitului și prehnitului indică un metamorfism alpin de temperatură scăzută, desfășurat în cea mai mare parte în condițiile faciesului de subșisturi verzi.

Bazalele Complexului de Obârșia și Severin reprezintă lăve bazice cu chimism de tholeiite oceanice de tip MORB și sunt interpretate ca fragmente de crustă oceanică, dezmembrate tectonic și înglobate în complexul de subducție împreună cu resturi ale cuverturii pelagice și ale mantalei peridotitice serpentinizate. Pe cea mai mare parte a suprafeței de aflorare, bazalele Pânzei de Obârșia prezintă un metamorfism în faciesul prehnit-pumpellyit, caracterizat prin parageneza pumpellyit + prehnit + clorit + sfen ± epidot ± albit, ce coexistă cu clinopiroxenul magmatic proaspăt. Pe suprafețe restrânse apare parageneza pumpellyit + epidot + tremolit, alături de clorit + albit ± prehnit, ce sugerează trecerea spre faciesul pumpellyit-actinolit. În această paragenză se remarcă formarea tremolitului pe seama clinopiroxenului magmatic.

Roci bazice în care este prezent doar prehnitul, în absența pumpellyitului, apar foarte rar în Pânzele de Obârșia și de Severin (pe valea Coșuștei).

In the Mehedinți Plateau-South Vâlcan Mountains, index minerals for alpine metamorphism were evidenced in the Mesozoic formations of the Obârșia, Severin and Coșuștea Nappes.

These cover nappes formed during the Early-Late Cretaceous as underthrust units of an accretionary wedge. Nappes were subsequently deformed during the Late Cretaceous collisional events, when basement nappes also emplaced. Both were lithological associations and stratigraphy of the cover nappes suggest evolution of sedimentation from a starved trench (in the Late Jurassic) to a moderately supplied trench (in the Lower Cretaceous) and finally to an oversupplied trench (in the Late Cretaceous).

Index minerals occur in Obârșia Complex basalts from the Obârșia and Severin Nappes, as well as in the Late Cretaceous volcanoclastic turbidites of the Coșuștea Nappe. Large scale occurrence of pumpellyite and prehnite indicates a low temperature subgreenschist facies alpine metamorphism of these deposits.

Basalts of the Obârșia Complex are basaltic lavas showing ocean tholeiite (MORB) geochemistry.

They represent fragments of the Late Jurassic oceanic crust, dismembered and included in the subduction complex together with remnants of the pelagic cover and of the serpentinised peridotitic mantle. The largest outcrop area of the basalts is affected by prehnite-pumpellyite facies metamorphism, with the newly formed assemblage pumpellyite + prehnite + chlorite + albite + titanite ± epidote coexisting with magmatic clinopyroxene. The assemblage pumpellyite + epidote + tremolite, together with chlorite + albite + prehnite, suggesting transition to the pumpellyite-actinolite facies, occurs over restricted areas. In this assemblage, the tremolite forms at the expense of the magmatic clinopyroxenes. Basic rocks with only prehnite scarcely occur in the Obârșia and Severin Nappes (mainly on the Coșuștea valley).

Typical features of this very low grade metamorphism are: random development, scarce distribution and selective growth of the secondary minerals in cavities, fractures, and as topotactic growths on primary magmatic minerals. Primary magmatic fabric of rocks



Metamorfismul se caracterizează prin dezvoltarea neuniformă, distribuția sporadică și creșterea selectivă a mineralelor secundare în amigdale, pe fracturi și prin creșterea topotactică pe mineralele magmatice primare. Structurile magmatice primare sunt de obicei păstrate.

Recristalizarea este controlată de domenii locale cu compoziție diferită, iar echilibrul mineralogic se păstrează doar local și pe domenii restrânse. Aceasta nu permite urmărirea unei zonalități a metamorfismului la scară regională, iar caracterul puternic dezmembrat tectonic al bazaltelor adaugă dificultăți suplimentare.

Metabazaltele cu prehnit-pumpellyit sunt frecvente în toate setingurile tectonice ale metamorfismului de temperatură coborâtă: de fund oceanic, hidrotermal, de îngropare, termic și de subducție. Pentru bazaltele Complexului de Obârșia, metamorfismul cu prehnit-pumpellyit a fost anterior considerat de fund oceanic, pe baza caracterului static al blastezei și a vârstelor izotopice apropiate de vârsta protoliților (indicând limita Jurassic- Cretacic). Este posibilă și varianta ca metamorfismul bazaltelor să fie legat de subducție, avându-se în vedere că bazaltele formează fragmente dezmembrate tectonic într-un complex de subducție.

Turbiditele vulcanoclastice din pânza de Coșuștea provin din resedimentarea unui material vulcanic de arc, cu compoziție intermediară-bazică și chimism calcoalcalin. Ele s-au acumulat în Cretacicul superior într-un bazin situat pe partea internă a fosei, sau într-un bazin forearc de pantă. Ele sunt asociate spațial cu turbidite dominante terigene și cu un complex de melange în care sunt probabil înglobate și olistostrome. Complexul de melange este caracterizat printr-un fabric de blocuri în matrice forfecată, pentru care datele structurale la scară mezo- și microscopică indică formarea prin deformarea sedimentelor neconsolidate sau semiconsolidate, bogate în apă, în stadiile timpurii ale deformării legate de acțiunea tectonică.

Gresiile vulcanoclastice sunt afectate pe întreaga suprafață de aflorare de un metamorfism regional în condițiile zonei cu prehnit-pumpellyit, fiind caracterizate prin parageneza de neoformăție pumpellyit + albit + calcit + clorit ± prehnit ± stilpnomelan ± epidot ± sfen. Pumpellyitul are habitus și proprietăți optice diferite, în funcție de mineralul pe care îl substituie, sugerând un puternic control compozițional al mediului chimic local al rocii gazdă asupra compoziției sale chimice. Pe valea Sohodol apare un amfibol alcalin de culoare albastru intens (posibil riebeckit sau crossit), ce sugerează, alături de stilpnomelan, posibilitatea atingerii condițiilor de metamorfism ale părții inferioare a faciesului sisturilor cu glaucofan și deci prezența unui metamorfism de presiune ridicată. Ipoteza metamorfismului de presiune ridicată, suge-

is usually preserved. Recrystallisation is usually controlled by local domains with distinct composition, while mineralogical equilibrium is attained locally and only on restricted domains.

Prehnite-pumpellyite metabasites are frequent in all tectonic settings of the low-temperature metamorphism: ocean-floor, hydrothermal, burial, thermal and subduction related. The prehnite-pumpellyite facies metamorphism of the Obârșia Complex basalts has been previously considered an ocean-floor metamorphism, due to the postkinematic fabric and an isotope age close to protolith ages (indicating Jurassic-Cretaceous boundary). Considering that the Obârșia Complex rocks form tectonically dismembered slivers within the subduction complex, we suggest that the prehnite-pumpellyite facies metamorphism of basalts is subduction related.

Volcaniclastic turbidites of the Coșuștea Nappe represent resedimented volcanic arc material, with intermediate to basic composition and calc-alkaline geochemistry. They accumulated during the Upper Cretaceous, in a trench basin situated on the internal slope, or in a forearc slope basin. They are spatially associated with terrigenous turbidites and a melange complex which possibly includes olistostromes. The melange complex shows a block-in-a-sheared-matrix fabric, formed by deformation of the unconsolidated or semiconsolidated, water-rich sediments, in the early stages of the tectonic accretion.

Volcaniclastic sandstones show a prehnite-pumpellyite facies metamorphism; over the entire outcrop area, they are characterised by the newly formed mineralogical assemblage pumpellyite + albit + calcite + chlorite ± prehnite ± stilpnomelane + epidote ± titanite. Pumpellyite shows various habit and optic properties, depending on the minerals replaced.

This suggests a strong compositional control on pumpellyite chemistry exerted by the local chemical environment of the host rock.

On Sohodol valley, a deep blue alkaline amphibole was identified in thin sections; it is possibly a riebeckite or crossite. Together with the stilpnomelane, this suggests that at least locally, metamorphic conditions of the lower glaucophane schist facies were possibly attained and that the low temperature metamorphism is possibly of high-pressure type. The idea of a high-pressure metamorphism, suggested by the tectonic setting and the scarce presence of lawsonite (identified in thin sections only) should be confirmed by future analyses of mineral chemistry.

Pelitic rocks constitute the shared matrix of the melange complex and interbeds in terrigenous and volcaniclastic turbidites. Their mineralogy consists of illite-chlorite, with crystallinity indexes varying within the limits of the anchizone and a medium value situa-



rată de settingul tectonic și de prezența lawsonitului, identificat doar optic, va trebui verificată prin analize de chimie minerală.

Rocile pelitice reprezentând atât matricea forfecată a complexului de melange, cât și intercalații în turbiditele terigene și vulcanoclastice, au o mineralogie alcătuită din illit și clorit, cu indici de cristalinitate variind în limitele anchizonei și o medie ce se situează în partea mijlocie a anchizonei. Aceste rezultate se corelează cu prezența asociației prehnit- pumpellyit în turbiditele vulcanoclastice. Variația indicelui de cristalinitate a illitului sugerează o ușoară creștere spre est a gradului de anchimetamorfism, cele mai slabe cristalinități fiind observate în Platoul Mehedinți, iar cele mai bune, în zona Cernădia din partea de sud a Parângului. Având în vedere numărul mic de probe 50 raportat la suprafața luată în discuție, îndesirea în următorii ani a numărului de analize va permite obținerea unei imagini mai complete asupra variației gradului de anchimetamorfism în rocile pelitice.

ted in the middle anchizone. These results correlate with the presence of the prehnite-pumpellyite assemblage in the associated volcanoclastic turbidites. Variations in the IC suggest a slight eastward increase in the anchimetamorphic grade, the weakest crystallinities occurring in the Mehedinți Plateau, while the best crystallised illites appear at Cernădia, in the South Parâng Mountains. Considering the limited number of the analysed samples (50) compared to the area investigated, more analyses are necessary in order to establish variations in the anchimetamorphic grade.



METAMORFISMUL ALPIN DIN ROMÂNIA ALPINE METAMORPHISM IN ROMANIA

A. SEGHEDI, GH. OAIE, S. RĂDAN, M. CIULAVU, I. VANGHELIE

Pe teritoriul României, metamorfismul alpin se manifestă în lanțul carpatic și în cadrul orogenului nord-dobrogean, cu caractere diferite: caracter regional în Carpați, legat atât de procese de expansiune crustală (metamorfism de fund oceanic în ofiolite), cât și de procese de convergență crustală (atât în etapa de subducție, cât și de coliziune continentală); caracter dinamic ductil în fundamentul pre-triasic al Dobrogei de nord, legat de procese extensionale la începutul Triasicului (riftogeneza triasică).

În Carpații Meridionali Centrali, metamorfismul alpin este cel mai cunoscut în cuprinsul ferestrei danubiene, fiind prograd la nivelul cuverturii mezozoice și retrograd în rocile metamorfice și magmatice ale fundamentului prealpin. În cadrul ferestrei danubiene, de sub pânza getică aflorază unități de soclu și de cuvertură a căror geometrie sugerează o structură majoră de duplex de tip "antiformal stack", puternic erodată în zona culminației axiale.

Trecerea în revistă a stilului structural al cuverturii mezozoice danubiene indică existența a două deformări majore, diferite ca stil, care afectează toate succesiunile: o fază principală, cu cute strânse la izoclinale, culcate sau deversate, responsabilă de formarea clivajului ardezian S1; o fază ulterioară, ce deformează culele culcate și clivajele S1 în cute verticale sau foarte înclinate, însoțite de un clivaj de crenulație S2. În formațiunile de tip melange (wildfiș), deformarea tectonică se suprapune unei deformări pre-litificare, care a condus la dezmembrarea puternică a stratificației inițiale a depozitelor.

Datele mineralogice și structurale existente asupra depozitelor mezozoice din unitățile danubiene indică domeniul metamorfic cuprins între diagenază și faciesul șisturilor verzi, denumit anchizonă (metamorfism de grad foarte scăzut și temperatură coborâtă), local fiind atinse și condițiile epizonei inferioare. Principalele metode de investigare utilizate pentru evaluarea metamorfismului de grad scăzut au cuprins: indicele de cristalinitate a illitului, mineralogia fracției argiloase, mineralele index, gradul de transformare a materiei organice.

Studiul indicelui de cristalinitate a illitului din rocile cuverturii danubiene (în principal Formațiunea de Schela și depozite cretacic superioare) indică trei zone

On Romanian territory, the Alpine metamorphism shows distinct features in the Carpathian chain compared to North Dobrogea Orogen: regional metamorphism in the Carpathians, related both to processes of crustal spreading (ocean-floor metamorphism in ophiolites), but also to crustal convergence (both during subduction and crustal collision); ductile dynamic metamorphism in the pre-Triassic basement of North Dobrogea, related to extensional processes at the beginning of the Triassic rifting.

In the Central South Carpathians, the Alpine metamorphism is best known in the Danubian Window; it is prograde in the Mesozoic cover and retrograde in the magmatic and metamorphic rocks of the prealpine basement. In the Danubian Window, below the Getic Nappe, the geometry of the basement and cover nappes suggests that they represent individual horses of an antiformal stack duplex, deeply eroded in the axial culmination.

The structural style of the Mesozoic cover indicates that two major deformational events, distinct in style, deform all the sequences: a main phase with tight to isoclinal recumbent or inclined folds, related to the S1 slaty cleavage; a subsequent phase which deforms the recumbent folds and the S1 cleavages into normal or very inclined folds, accompanied by S2 crenulation cleavages. In melange formations, the tectonic deformation is superimposed on a prelithification deformation, resulting in the strong disruption of the initial bedding.

Mineralogical and structural information from the Mesozoic deposits of the Danubian Nappes indicate the metamorphic realm between diagenesis and greenschist facies, known as anchizone, very low grade and low grade metamorphism of low temperature. Locally, the lower greenschist facies conditions are attained. Main methods used to investigate the low-grade metamorphism are: illite crystallinity index (IC) mineralogy of the clay fraction, index minerals, the degree of alteration of the organic matter.

Studies of the illite crystallinity index in rocks of the danubian cover (mainly Schela Formation and Lower Cretaceous deposits) indicate three zones where values of the diagenesis are dominant (Oslea synform, Șasa valley and the Severin Nappe at Baia de Aramă); in



în care predomină valori caracteristice diagenzei (sinforma Oslei, valea Șasa și Pânza de Severin la Baia de Aramă), în restul zonelor indicii de cristalinitate fiind cuprinși în general în limitele anchizonei. Valorile pentru epizonă sunt atinse atât pe rama nordică, cât și pe cea sudică a Vâlcanului, ca și la nord de Țarcu și la est de Obârșia Cloșani. În cadrul pânzei de Urdele din partea nordică a Vâlcanului, gradul de cristalinitate a illitului crește de la vest spre est, între Câmpul lui Neag și Gambrinus, pentru ca să scadă din nou spre est, pe valea Șasa. Cele mai ridicate valori ale cristalinității apar în zona Valea Căprișoara - Defileul Jiului.

Compoziția mineralogică a fracției argiloase pentru 92 de probe analizate indică pentru cuvertura mezozoică (cu excepția Formațiunii de Schela) o mineralogie alcătuită aproape exclusiv din illit + clorit. Formațiunea de Schela, deși dominată net de illit, are mineralogia cea mai complexă, cu participarea pirofilitului, caolinitului, cloritului și uneori a margaritului și a interstratificațiilor de clorit-vermiculit și illit-smectit.

Mineralele index pentru metamorfismul alpin sunt pirofilitul și cloritoidul (pentru pelite și gresii cuarțitice liasice) și prehnitul și pumpellyitul (pentru bazaltele Complexului de Obârșia). În cadrul Formațiunii de Schela, succesiunea reacțiilor izograd de formare a pirofilitului prin deshidratarea caolinitului și a cloritoidului prin deshidratarea pirofilitului în prezența cloritului indică caracterul progresiv al metamorfismului alpin; pirofilitul și cloritoidul sintectonic indică un stadiu timpuriu de cristalizare, sincron cu deformarea (ca efect al îngroșării tectonice a crustei în urma formării pânzelor); cloritoidul post-tectonic abundent corespunde momentului de apex al metamorfismului, atins în urma relaxării termice datorat decompresiei sub efectul eroziunii.

În rocile bazice ale pânzei de Severin, prezența pumpellyitului alături de prehnit, clorit, epidot, sfen și uneori albit indică faciesul prehnit-pumpellyit, ce se suprapune domeniului anchizonei și caracterizează bathozona de presiune coborâtă. Prezența actinolitului în aceleași roci, citată în literatură, ar putea sugera însă bathozona de presiune ridicată, dar precizări ale condițiilor termo-barice ale metamorfismului rocilor bazice necesită studii mineralogice suplimentare.

Reflectivitatea vitrinitului, aplicată pentru antracitul din Formațiunea de Schela, indică un grafit d3 cu grad de ordonare destul de scăzut, caracteristic anchimetamorfismului (antracit - metaantracit).

În alte zone valori de IC variază în limitele anchizonei. Valori de epizonă sunt atinse atât de-a lungul granițelor nordice și sudice ale Munților Vâlcan, cât și la nord de Țarcu și la est de Obârșia Cloșani. În Nappele de Urdele din Munții Vâlcan, valori de IC arată o creștere de la vest spre est, de la Câmpul lui Neag la Gambrinus, dar scade din nou spre est, pe valea Șasa. Cele mai ridicate valori de IC apar în zona Valea Căprișoara - Defileul Jiului.

Compoziția mineralogică a fracției argiloase pentru 92 de probe analizate indică pentru cuvertura mezozoică (cu excepția Formațiunii de Schela) o mineralogie alcătuită aproape exclusiv din illit + clorit.

Deși dominată de illit, Formațiunea de Schela prezintă o mineralogie foarte complexă, incluzând pirofilit, kaolinit, clorit și seldom margarit și clorit-vermiculit și illit-smectit.

Mineralele index pentru metamorfismul alpin sunt pirofilitul și cloritoidul (în pelite și Liassic quartzitic sandstones) și prehnit - pumpellyit (în Obârșia Complex basalts).

În cadrul Formațiunii de Schela, succesiunea reacțiilor izograd de formare a pirofilitului prin deshidratarea caolinitului și a cloritoidului prin deshidratarea pirofilitului în prezența cloritului indică caracterul progresiv al metamorfismului alpin; pirofilitul și cloritoidul sintectonic indică un stadiu timpuriu de cristalizare, sincron cu deformarea (ca efect al îngroșării tectonice a crustei în urma formării pânzelor); cloritoidul post-tectonic abundent corespunde momentului de apex al metamorfismului, atins în urma relaxării termice datorat decompresiei sub efectul eroziunii.

Prezența pumpellyitului în asociație cu prehnit, clorit, epidot, titanit sugerează faciesul prehnit-pumpellyit, superimpus pe anchizone și caracterizând zona de presiune joasă.

Prezența actinolitului în aceleași roci, citată în literatură, ar putea sugera însă bathozona de presiune ridicată, dar precizări ale condițiilor termo-barice ale metamorfismului rocilor bazice necesită studii mineralogice și cristalochimice suplimentare.

Reflectivitatea vitrinitului aplicată pentru antracitul din Formațiunea de Schela indică un grafit d3 cu grad de ordonare destul de scăzut, caracteristic anchimetamorfismului (antracit - metaantracit).



GEOCHIMIA GRANITOIDELOR DIN CARPAȚII MERIDIONALI: TISMANA REVIZITATĂ GEOCHEMISTRY OF GRANITOIDS FROM SOUTH CARPATHIANS: TISMANA REVISITED

T. BERZA, P. ANDĂR, M. TATU

Douăzeci de ani după prezentarea unei teze de doctorat, consacrată masivului granitoid de Tismana (Berza, 1978), o colaborare a unor geologi din IGR (T. Berza, P. Andăr, M. Tatu) cu geochimiști de la Universitatea din Liège (J.C. Duchesne, J. Vander Auwera) și Universitatea Liberă din Bruxelles (J.P. Liégeois) aduce noi date primare și interpretări mai moderne asupra celui mai variat pluton granitoid din soclul danubian.

Din punct de vedere petrografic, se remarcă adăugarea, la tipurile litologice cunoscute (granite porfiroide, granitoide echigranulare - granodiorite, tonalite, diorite cuarțifere și diorite, monzodiorite cuarțifere - și roci filoniene) a peridotitelor (Pârâul Fântânei), descrierea granitelor ca "porfirice" și a granitoidelor echigranulare ca "melagranitoide". Peridotitele (olivină, hipersten, augit, hornblendă brună, flogopit, bytownit) apar sub forma unor corpuri decala hectometrice, incluse în granitele porfirice, care la contact prezintă faciesuri de tip Rapakivi. O serie de roci fin granulare, cartate anterior ca septe de șisturi cristaline, au fost reinterpretate drept enclave de roci bazice consanguine.

Din punct de vedere analitic, au fost prelucrate 80 analize de silicați, din care, 71 sunt însoțite și de conținuturi în elemente minore, iar 38 au și dozări de pământuri rare. Un număr de 28 de analize reprezintă replici efectuate la Liège prin fluorescență X (XRF) și spectroscopie cu plasmă (ICP-MS) pe pulberi anterior analizate clasic la București, prin metode chimice umede și spectroscopie optică. Calcularea diferențelor dintre cele două seturi de valori a arătat frecvent diferențe mai mari de 20% între laboratoare (și metode) pentru MnO, MgO, CaO, P₂O₅, Ni, Cu, Pb, Sc, Cr, U, Th, Sr, Ba, Y. Au fost analizate izotopic 4 fracții de zircon, separate dintr-un granit porfiric, și diagrama sistemului U-Pb (Concordia) a evidențiat valoarea de 567±3 milioane ani, ce poate fi considerată ca reprezentând intruziunea plutonului.

Aceste date noi au permis o interpretare mai documentată a faciesurilor și originii masivului granitoid de Tismana. Rocile bazice intermediare, ce apar ca șlire hectometrice, decametrice sau anclave microgranulare

Twenty years after a Ph D thesis on the Tismana granitoid body (Berza, 1978), a joint research of geologists from the Geological Institute of Romania (T. Berza, P. Andăr, M. Tatu) and geochemists from the University of Liège (J.C. Duchesne, J. Vander Auwera) and from the Free University of Brussels (J.P. Liégeois) leads to new data and modern interpretation on the most complex granitoid pluton from the Danubian basement. As regards the petrography, it is to add to the known rock-types (porphyroid granites, equigranular granitoids - granodiorites, tonalites, quartz diorites and diorites, quartz monzodiorites - and dyke rocks) peridotites (Pârâul Fântânei), the description of the granites as "porphyry" and of the equigranular granitoids as "melagranitoids". Peridotites (olivine, hyperstene, augite, brown hornblende, phlogopite, bytownite) outcrop as deca- to hectometric bodies, included in porphyry granites presenting at the contact Rapakivi-type facies. Fine grained rocks, before mapped as roof pendants of crystalline schists, are now reinterpreted as enclaves of consanguine basic rocks.

As regards the geochemistry, the present data base includes 80 silicate analyses, from which 71 have also trace elements and 38 have terrae rare measured. 28 are duplicates done at Liège by XRF and ICP-MS methods on powders previously analysed in Bucharest by standard wet chemical and optical spectrography methods. Computing the differences between the two data sets, values greater than 20% were frequently found between the two laboratories (and methods) for MnO, MgO, CaO, P₂O₅, Ni, Cu, Pb, Sc, Cr, U, Th, Sr, Ba, Y. 4 zircon fractions separated from a porphyry granite were analysed, and the resulting Concordia diagram of the U-Pb system shows an upper interception at 567±3 Ma, indicating the emplacement age of the pluton.

These new data were used for a more precise interpretation of the facies and origin of the Tismana pluton. Basic and intermediary rocks, outcropping as hecto- to decametric schlieren or microgranular mafic enclaves (MME) surrounded by megaporphyry granites, represent either blobs of basic magma included in the acid magma (mingling) or hybrid products from



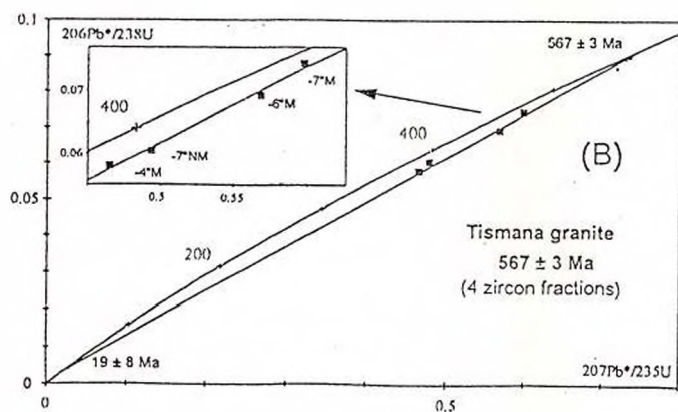
mafice (MME), înconjurate de granite megaporfirice, reprezintă fie bule de magmă bazică incluse în magmă acidă ("mingling"), fie produse ale hibridizării celor două magme ("mixing").

Relația de consangvinitate a tuturor rocilor masivului este evidentă în cele 20 de diagrame prezentate, confirmând concluziile studiului publicat în 1978. Proiectarea analizelor în diagrame, folosite pentru reconstituirea cadrului geotectonic (fie în raport cu poziția plăcilor litosferice, fie în raport cu etapele orogenezei de coliziune continentală), a arătat dificultățile corelării cu seturile de date folosite la elaborarea respectivelor diagrame. În linii mari au fost regăsite caracteristicile geochemice evidențiate pentru unele masive granitoide din soclul Alpilor (Mont Blanc. Bressanone - Bonin et al., 1993), corpuri interpretate ca postcolizionale. Relațiile de teren de la Tismana susțin acest caracter, iar natura potasică a masivului (seria shoshonitică) este similară multor intruziuni tarde sau postcolizionale (Bonin, 1990). Afinitățile cu granitoidele anorogene sunt doar întâmplătoare și realitatea de teren contrazice o asemenea interpretare.

the two magma- types (mixing). The consanguinity of all the rocks from the Tismana body is clear in the 20 diagrams presented, enhancing the conclusions of the study published in 1978. Plotting the analyses on diagrams used to find the geotectonic setting (either in respect with lithospheric plates or with the stages of continental collision orogeny) have shown the difficulties to correlate with data sets used for the discriminating diagrams. As a general picture, geochemical trends characteristic of some postcollisional granitoid bodies from the basement of the Alps (Mont Blanc, Bressanone - Bonin et al., 1993) were found. Field relations of the Tismana pluton sustain this idea and its potash- rich nature (shoshonitic suite) is similar to many late- or postcollisional intrusions (Bonin, 1990). Affinities with anorogenic granites are just aleatory and field reality forbids such an interpretation.

References

- Berza, T. (1978) Studiul mineralogic și petrografic al masivului granitic de Tismana. *An. Inst. Geol. Geof.* LIII, p. 1-176, București.
- Bonin, B. (1990) From orogenic to anorogenic setting: evolution of granitoid suites after a major orogenesis. *Geol. J.*, 25, p. 261-270.
- , (Coord.), Brandelin, P., Bussy, F., Desmons, J., Eggenberger, U., Finger, F., Graf, K., Marro, Chercollini, I., Mercolli, I., Oberhensli, R., Ploquin, A., von Raumer, J. F., Schlatterger, U., Steyrer, H. P., Visona, D., Vivier, G. (1993) Late variscan Magmatic Evolution of the Alpine Basement. In: J. F. von Raumer & F. Neubauer (eds) *Pre-Mezozoic geology in the Alps*, p. 171-202, Springer Verlag Berlin Heidelberg.



Date U-Pb pentru zircoane din masivul Tismana.
U-Pb data for Tismana pluton.

GEOCHIMIA ROCILOR METAMAGMATICE DIN DOMENIUL GETIC-SUPRAGETIC AL CARPAȚILOR MERIDIONALI GEOCHEMISTRY OF THE METAMAGMATIC ROCKS IN THE GETIC-SUPRAGETIC DOMAIN OF THE SOUTH CARPATHIANS

M. MĂRUNȚIU, V. IANCU, V. ALEXE, M. STOICAN

Secvențele de roci metamorfe paleozoice și pre-paleozoice, găzduite în diverse unități tectonice pre-alpine ale Domeniului Getic-Supragetic din Carpații Meridionali, conțin variate magmatite, metamorfozate în condiții de grad scăzut, până la înalt, al căror studiu geochemic conduce la o mai bună cunoaștere a originilor și semnificațiilor lor geotectonice. Pentru început s-au realizat investigații geochemice privind asociația bimodală din Grupul Caraș, metabazaltele din Grupul Buceava și eclogitele din Grupurile Sebeș, Lotru și Cumpăna (în acord cu separațiile lithotectonice, cf. Iancu, Mărunțiu, 1994a,b).

1. Asociația bimodală din Grupul Caraș

Grupul Caraș reprezintă o asociație vulcano-sedimentară paleozoică inferioară, cu metamorfism în faciesul șisturilor verzi. Formațiunea de Naidăș-Rafnic, la partea inferioară a Grupului Caraș, este constituită, în principal, din metagraywacke și o asociație magmatică bimodală, reprezentată prin metabazalte (șisturi albit-epidot-actinolite), metadolerite, metagabbrouri, metaultramafite (wehrlite plagioclazice) și metariolite.

În rocile metabazaltice, distribuția elementelor majore și minore nu este în mod semnificativ modificată prin alterare hidrotermală sau prin metamorfism, cu excepția unor slabe indicații privind îmbogățirea sau sărăcirea în calciu.

Caracterul chimic al rocilor bazice este predominant subalcalin, dar unele roci, datorită conținuturilor de Zr, Ti, P, au caracter slab alcalin. În funcție de conținuturile de FeO_1 și TiO_2 , metavulcanitele bazice vădesc o tendință de diferențiere tholeiitică, având concentrații de TiO_2 mai mari decât tholeiitele abisale la grade de diferențiere relativ scăzute.

Variațiile rapoartelor Al/Ti și Cr/Ti față de conținuturile de Ti definesc o tendință atribuită diferențierii unei singure magme tholeiitice parentale, prin cristalizarea cotectică și fracționarea plagioclazului asociat cu clinopiroxenul și olivina. Datorită unei sărăcirii mai puternice în Cr față de Ni cu gradul de diferențiere, este evident că, în cursul evoluției magmatice, fracționarea clinopiroxenului a fost mai importantă decât aceea a olivinei. Comportarea elementelor

Paleozoic and pre-Paleozoic metamorphic piles occurring in different pre-Alpine tectonic units from the Getic-Supragetic Domain of the South Carpathians contain various magmatic rocks metamorphosed in low to high-grade conditions. The study of these metamagmatic associations from the geochemical point of view forwards a better understanding of their origin and geotectonic significance. For the beginning, geochemical investigations concerning the bimodal association of Caraș Group, metabasalts of Buceava Group and eclogites of Sebeș, Lotru and Cumpăna Groups were carried out (acc. to litho-tectonical separations of Iancu, Mărunțiu, 1994a,b).

1. Bimodal association of Caraș Group.

Caraș Group is a Lower Paleozoic greenschist facies volcano-sedimentary association in Bocșa Supragetic Unit from Banat area. The Naidăș-Rafnic Formation, at the lower part of the Caraș Group, is mainly composed of metagraywacke and a bimodal igneous association represented by metabasalts (actually actinolite-epidote-albite schists), metadolerites, metagabbros, metaultramafites (plagioclase wehrlites) and metarhyolites.

The distribution of major and trace elements in the metabasaltic rocks is not significantly modified by hydrothermal alteration or by metamorphism, except minor indications for Ca-enrichment or Ca-depletion.

Chemical character of basic rocks is essentially subalkalic, but some of them plot in the alkaline field, especially for Zr, Ti and P contents. According to FeO and TiO_2 distributions, basic metavolcanics have a tholeiitic differentiation trend, partially with higher Ti concentration than abyssal tholeiites at relatively low differentiation. Variation of Al/Ti ratio vs. Ti and of Cr/Ti ratio vs. Ti clearly defines a trend attributable to differentiation of only one parental tholeiitic magma by cotectic crystallisation and fractionation of plagioclase associated with clinopyroxene and olivine. Because of the stronger depletion in Cr than in Ni content with the degree of differentiation, it is obvious that, during magma evolution, clinopyroxene fractionation was more important than olivine fractionation. Behaviour of trace elements comparative with



urmă, comparativ cu unele elemente incompatibile, de exemplu Cr, Ni față de Ti, dovedește rolul preponderent al cristalizării fracționate în diversificarea geochimică a acestor roci.

Metamagmatitele acide, de compoziție riolitică, prezintă o variație largă a proporțiilor relative de K și Na, ca efect al alterării postmagmatice, astfel încât caracterul lor chimic (alcalin/subalcalin) este incert. Totuși, conținuturile de Si, Al și cele ridicate de Zr, Y sugerează că aceste roci pot reprezenta niște riolite alcaline bogate în Si și sărace în Al. Considerând raportul $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ca indice de diferențiere pentru riolite, se remarcă faptul că proporțiile de Ca, Fe, Ti, Mn și alcalii sunt mai mici, iar cele de Si, Al sunt mai mari decât acelea specifice rocilor felsice alcaline rezultate prin fracționarea unor topituri tholeiitice sau bazaltice tranziționale. În plus, conținuturile de Zr și Y sunt, de asemenea, mai scăzute și arată valori comparabile cu cele ale riolitelor alcaline din asociații bimodale anorogene, pentru care este acceptată originea prin topire parțială a mantalei superioare sau prin anatexia crustei inferioare.

Considerațiile privind semnificația geotectonică a metamagmatitelor bazice arată că aceste roci sunt foarte diferite chimic de tholeiitele de arc, de bazaltele de fund oceanic (MORB) și de bazaltele tip back arc, dar sunt similare bazaltelor intraplacă. Elementele minore normalizate la abundența în MORB, au valori ce sugerează un caracter tranzițional pentru rocile bazaltice, dar există diferențe semnificative în distribuția geochimică, comparativ cu T-MORB (pentru P, Zr) și cu tholeiitele intraplacă sau bazaltele tranziționale din domeniul oceanic (pentru Zr, Hf, Y, Yb, Nb, Ta). În schimb, distribuția geochimică pentru bazalte seamănă îndeaproape cu conținuturile medii specifice tholeiitelor continentale, ceea ce este în acord cu caracterul anorogen al riolitelor asociate. Astfel, asociația magmatică bimodală din Grupul Caraș este posibil să fi fost generată prin manifestări de tip intraplacă continentală, în esență un sistem de rift intracontinental.

2. Metabazaltele din Grupul Buceava

În zona Bozovici-Sichevița, Domeniul Getic cuprinde o stivă de pânze paleozoice, în care unitatea inferioară (pânza de Bozovici) este reprezentată prin Grupul Buceava. Partea inferioară a Grupului Buceava - Formațiunea de Agriș - conține o asociație de bazalte sub formă de curgeri, uneori cu structuri pillow-lava, tufuri bazaltice și argilite negre. Dyke-uri de dolerite și andezite bazaltoide, ca și corpuri de gabbrouri, sunt, de asemenea, prezente. Vârsta asociației este Ordoviciană, probată de macrofauna identificată în argilitele negre, iar metamorfismul este de grad foarte scăzut, în condițiile faciesului cu prehnit-pumpellyit.

incompatible elements (e.g. Cr, Ni vs. Ti) emphasizes the prevailing role of fractional crystallisation in the chemical diversity of these rocks.

Acid metamagmatic rocks, rhyolitic in composition, have a large variation of relative proportions of K and Na as an effect of postmagmatic alteration, so that their chemical character (alkalic/subalkalic) is uncertain. However, Si, Al and high Zr and Y contents suggest that these rocks are possibly high-Si low-Al alkali rhyolites. Considering the $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio as differentiation index for rhyolites, it is obvious that contents of Ca, Fe, Ti, Mn and total alkali oxides are lower and Si, Al oxides are higher than those of felsic alkaline rocks resulted from fractionation of tholeiitic or transitional basaltic melts. In addition, Zr and Y contents are also lower, and show values closely comparable to those of alkaline rhyolites of anorogenic bimodal associations for which an origin by partial melting of upper mantle or anatexis of lower crust is largely accepted.

Using highly immobile trace elements, some considerations are possible about the tectonic setting of this association. It is clear that basaltic rocks are very different from arc-tholeiites, MORB and BAB, but are similar to WPB. Trace elements normalised with respect to MORB abundances yield intervals suggesting a transitional character for basaltic rocks, but there are significant differences in element distributions compared with T-MORB (P, Zr) and oceanic within plate tholeiitic or transitional basalts (Zr, Hf, Y, Yb). Meanwhile, very low contents of Nb and Ta are not consistent with proportion of these elements in oceanic transitional basalts. On the contrary, element distribution closely resembles that for continental tholeiites, in good correlation with the anorogenic character of the associated rhyolites.

Thus the bimodal association of Caraș Group is likely to have been formed in a within-plate continental setting, namely an intracontinental protorift system. Types of metasedimentary terrigenous rocks associated with volcanic ones are also consistent with this tectonic setting.

2. Metabasaltic rocks of Buceava Group

The Getic Alpine unit in the Bozovici-Sichevița area contains a Paleozoic nappe stack in which the lower unit (Bozovici Nappe) is represented by Buceava Group. The lower part of Buceava Group, namely the Agriș Formation, contains an association of basaltic flows, sometimes with pillow-lava structure, basaltic tuffaceous rocks and black shales. Dolerite and basaltic-andesite dykes and gabbroic bodies are present too. Macrofauna assemblage proves an Ordovician age for this association, which is metamorphosed in prehnite-pumpellyite facies.



Din punct de vedere chimic se constată că rocile bazaltice se împart, prin conținuturile de Ti raportate fie la indicele de diferențiere, fie la conținuturile de Zr, în două serii distincte: high-Ti și low-Ti. Ambele serii au caracter subalkalin, tholeiitic, cu îmbogățire puternică în Fe și Ti și sărăcire în Al.

Procesul de diferențiere, reflectat de comportarea Al și Cr, este dominat de cristalizarea fracționată și segregarea plagioclazului, olivinei și clinopiroxenului. Conținuturile scăzute de Sc ale seriei low-Ti sunt un efect al fracționării timpurii a clinopiroxenului în produsele acestei serii, față de acelea ale seriei high-Ti.

Cristalizarea și fracționarea succesivă a fazelor solidus nu este singurul proces responsabil pentru diversitatea geochimică a rocilor bazaltice. Conținuturile ridicate de Al, în special în cazul gabbrourilor, doleritelor și andezitelor bazaltoide, sunt legate de procese de tip cumulus, implicând plagioclaz, dovedite și prin comportarea Fe, Mg și Ca. Pe de altă parte, unele conținuturi de Cr și Ni ale produselor puternic diferențiate ale seriei low-Ti ar putea fi explicate prin fracționarea în sistem deschis, în speță prin amestecul unor lichide cu grade diferite de diferențiere.

Din caracterele geochemice este evident că cele două serii de roci (magne), cu conținuturi diferite de titan, nu pot rezulta una din cealaltă și trebuie acceptată ideea generării fie din surse diferite, fie prin topiri parțiale de grad diferit a unei surse unice. Ultima presupunere ar putea fi mai apropiată de realitate, având în vedere raporturile Zr/Y, similare pentru rocile din cele două serii, care sugerează o sursă comună, acceptând un grad mai avansat de topire parțială a sursei mantelice pentru seria low-Ti, decât pentru seria high-Ti.

Îmbogățirea în elemente cu rază ionică mare, raportate la conținuturile medii pentru MORB, alți parametri geochemici și corelațiile dintre elementele minore imobile arată că bazaltul Grupului Buceava prezintă afinități cu bazaltul specific unor bazine ensialice de tip back-arc, cu deschidere limitată.

3. Geochemia eclogitelor

Succesiunea de metamorfite de grad mediu din Domeniul Getic-Supragetic al Carpaților Meridionali conține roci metamagmatice cu compoziții variabile, de la bazice la acide. Unele roci metamagmatice bazice din grupurile litotectonice Sebeș, Lotru și Cumpăna sunt reprezentate prin eclogite. Din punct de vedere petrografic, probele analizate chimic constau din eclogite cu disten, eclogite cu zoizit, eclogite cu cuarț și eclogite cu Al-barroisit și fengit. Toate ocurențele studiate prezintă transformări mineralogice și structurale gradate, de la stadiul de presiune ridicată, la cel granulitic, și, în final, la asociații metamorfice de grad mediu-scăzut.

First geochemical observation concerning these basic rocks is the presence of two distinct magmatic series, high-Ti and low-Ti, emerged from variation of Ti contents against differentiation index and Zr contents. Both types have a clear subalkalic, tholeiitic, character, with strong enrichment in Fe and Ti and depletion in Al.

Differentiation process is dominated by fractional crystallisation and segregation of plagioclase, olivine and clinopyroxene, reflected by Al and Cr behaviour. Lower Sc content of low-Ti basalts is an effect of earlier fractionation of clinopyroxene in this series, than in the high-Ti series.

Successive crystallisation and fractionation of solidus phases are not the only processes responsible for geochemical diversity among the basic rocks. Some high-Al contents, especially in gabbros, dolerites and basaltic-andesites, are related to plagioclase cumulus processes, also proved by Fe, Mg and Ca behaviour. On the other hand, Cr and Ni contents in the low-Ti series could be explained by open system differentiation, namely by mixing of liquids in different stage of differentiation.

It is clear that these magma series cannot derive from one another and different sources, or different degrees of partial melting of the same source, must be accepted. The last assumption could be more appropriate, having in mind the same range for Zr/Y ratio in rocks of both series as an imprint of the same source, but accepting for low-Ti series a higher degree of partial melting in the upper mantle source, than that for high-Ti series.

High LIL/HFS ratios, other geochemical parameters and discriminant trace element diagrams based on immobile elements all indicate an ensialic back-arc basin affinity for the basalts of Buceava Group.

3. Eclogite geochemistry

Medium-grade metamorphic pile of the Getic-Supragetic Domain contains metamagmatic rocks variable in composition, from basic to acid. The present study describes the geochemical characters of some of these rocks, actually represented by eclogites that occur in Sebeș, Lotru and Cumpăna lithotectonic units. From the petrographical viewpoint, the analysed samples consist of kyanite eclogite, zoisite eclogite, quartz eclogite and Al-barroisit - phengite eclogite. Gradual mineral and structural transitions from HP stage to granulitic, and then to medium-low grade metamorphic assemblages, can be generally observed in these rocks.

Chemically, most eclogites correspond to gabbros or high-alumina gabbro ($\text{Al}_2\text{O}_3=13-24.7\%$) while gabbro-diorite types with $\text{SiO}_2=52-57.3\%$ are less widespread. Concentrations of some major and trace



Chimic, cele mai multe eclogite corespund unor gabbrouri sau high-Al gabbrouri ($\text{Al}_2\text{O}_3=13-24,7\%$; puține probe reprezintă gabbro-diorite cu $\text{SiO}_2=52-57,3\%$. Concentrațiile unor elemente majore și minore (Fe, Ti, P, Zr, Y) sunt similare rocilor subalcaline, tholeiitice, având rapoartele $\text{Mg}/\text{Mg}+\text{Fe}^{2+}$ cuprinse între 0,22 și 0,37. În ansamblu, rocile eclogitice prezintă o evidentă polaritate geochemică. Eclogitele cu disten și cele cu zoizit sunt caracterizate prin conținuturi mai ridicate de MgO și mai scăzute de FeO, TiO_2 și P_2O_5 și elemente minore incompatibile (Zr, Y), în timp ce eclogitele cu cuarț se caracterizează prin conținuturi mai scăzute de MgO și ridicate de FeO, TiO_2 , P_2O_5 , Zr și Y. Semnificația diferențelor geochemice dintre aceste grupuri este complexă și, în cazuri particulare, poate fi atribuită:

a. gradului diferit de fracționare (eclogitele cu disten, cu rapoartele $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ și CaO/TiO_2 cele mai ridicate, sunt produsele cel mai puțin diferențiate);

b. gradului diferit de topire a sursei (numeroase eclogite cu disten se caracterizează prin distribuții geochemice care sugerează generarea protoliților printr-un grad mai ridicat de topire a unei surse de compoziție chondritică);

c. topirii repetate a aceleiași surse, sugerată de distribuțiile Zr și Y.

În același timp, concentrațiile elementelor minore incompatibile arată că, pe lângă o corelație geochemică normală (rezultată prin procese de diferențiere-fracționare), caracteristică celor mai multe eclogite, unii protoliți pot reprezenta fie produse de tip cumulus săracite în Zr și Y și îmbogățite în Ti, fie produse îmbogățite în Zr și Y, ca urmare a prezenței unei proporții ridicate de lichide intercumulus.

Tentativa de precizare a semnificației geotectonice a protoliților eclogitici prin aplicarea diagramelor de discriminare, bazate pe elemente minore imobile, a arătat că:

a. rocile cu chimism particular, datorat gradului redus de fracționare, generării magmei primare prin topire parțială în grade diferite sau repetată a sursei, sau proceselor de tip cumulus cu sau fără faze derivate din topituri reziduale, nu au distribuții semnificative în câmpurile specifice din diferite diagrame de discriminare;

b. rocile cu chimism "normal" au afinități fie cu N-MORB și T-MORB, fie cu bazalte din zone de arc magmatic. În consecință, geochemia eclogitelor arată posibila origine a protoliților magmatici într-o zonă de tranziție, reprezentând o margine de placă continentală activă, asociată cu subțierea crustei și expansiune (bazine de tip back-arc).

elements (Fe, Ti, P, Zr, Y) are broadly similar to sub-alkalic, tholeiitic rocks, with Mg value ranging from 0.82 to 0.37. On the whole, an obvious geochemical polarity of eclogites has been identified. The kyanite and zoisite eclogites are characterised by higher MgO content and lower contents of FeO, TiO_2 , P_2O_5 and of incompatible trace elements (Zr, Y). Quartz eclogites are characterised by lower MgO content and higher FeO, TiO_2 , P_2O_5 , Zr and Y contents. Significance of geochemical differences between these groups is complex, and in particular instances can be ascribed to:

a. fractionation degree (kyanite eclogites with higher $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ and CaO/TiO_2 ratios have a more primitive character);

b. various degree of source melting (most kyanite eclogites are characterised by geochemical distributions suggesting a higher degree of chondritic source melting);

c. repeated melting of the same source, suggested by Zr and Y distributions.

At the same time, the incompatible trace element concentrations indicate that, besides a normal geochemical evolution resulting from differentiation-fractionation processes (clearly seen for most eclogites), some eclogite protoliths can represent either Zr and Y-depleted and Ti-enriched cumulus products, or Zr and Y-enriched products, as a consequence of increasing proportion of trapped liquids.

The attempt to determine the original tectonic setting of the eclogite protoliths by application of immobile trace element discrimination diagrams showed that:

a. rocks with particular chemistry resulting by low degree of differentiation, by generation of primary magma by various degrees of melting or by repeated partial melting of the source, or by cumulus processes, have no significant distribution in the specific fields of the discriminative diagrams;

b. rocks with "normal" chemistry have either affinity with N-MORB and T-MORB, or with arc related basalts. Thus, the eclogite geochemistry possibly indicates the origin of the magmatic protoliths in a transition zone, namely an active continental plate margin, associated with crustal thinning and extension (back-arc basin).



GEOCHIMIA ROCILOR OFIOLITICE ALPINE DIN MUNȚII APUSENI (MUNȚII TRASCĂU) GEOCHEMISTRY OF THE ALPINE OPHIOLITIC ROCKS IN THE APUSENI MOUNTAINS (TRASCĂU MOUNTAINS)

I. NICOLAE, M. ICHIM, P. HÂRTOPANU, Ș. ANASTASE, M. STOIAN,
I. TIEPAC, V. ALEXE, C. UDRESCU

Studiul geochemic al rocilor ofiolitice din partea estică a Munților Apuseni de Sud (Munții Trascău) arată prezența a trei serii principale:

- seria tholeiitică,
- seria calco-alkalină,
- seria spilitică.

Seria *tholeiitică* este reprezentată mai ales prin roci bazaltice, uneori în facies de pillow lava și subordonat prin dolerite sau microgabbouri.

Seria *calco-alkalină* este reprezentată prin două faze: o fază vulcanică, curgeri și piroclastite de bazalte, andezite bazaltice, andezite, dacite, riolite și o fază intrusivă (plutonice sau subvulcanică) cu mici corpuri de microdiorite porfirice-microgranodiorite și respectiv prin dike-uri de dacite-riolite albitizate.

Aceste două serii, seria tholeiitică și seria calco-alkalină, aparțin la un cadru geotectonic de tip arc vulcanic, cadru ce este regăsit în Pânza de Bedeleu și Pânza de Rimetea.

Seria *spilitică* este alcătuită predominant din roci spilitizate, mai ales bazalte-andezite bazaltice, asociate într-o formațiune vulcano-sedimentară de tip olistostromă (Formațiunea de Feneș); aceasta aparține unui cadru tectonic de tip bazin marginal ensialic și apare în Pânza de Feneș.

Seria tholeiitică arată în unele diagrame, discriminatorii pentru cadrul geotectonic faptul că majoritatea analizelor se proiectează într-un câmp de arc vulcanic, ca în diagramele Ti-Zr (Fig.1), TiO_2 -MnO- P_2O_5 (Fig.2) și Ti/Cr-Ni (după Beccaluva et al., 1979); în alte diagrame, majoritatea analizelor se proiectează în câmpul MORB, ca în diagrama V-Ti/1000 (după Shervais, 1982) sau Ti-Cr (Fig.3).

Cele mai multe analize ale seriei calco-alkaline se proiectează în toate diagramele utilizate în câmpurile de tip arc vulcanic.

Rocile seriei spilitice arată în unele diagrame afinități cu tipul arc vulcanic. Ocurențe similare de roci aparținând unor bazine marginale (\pm ensialic) au fost explicate prin influența unor "fluide derivate din zona de subducție care pot intra în regiunea sursă a

The geochemical study of ophiolitic rocks from the eastern part of the South Apuseni Mts. (Trascău Mts.) show the presence of three main series:

- tholeiitic series,
- calc-alkaline series,
- spilitic series.

The *tholeiitic series* are represented especially by basaltic rocks, sometimes in pillow lava facies and less by dolerites or microgabbros.

Within the *calc-alkaline series* there are two phases: a volcanic phase (flows and pyroclastics) represented by basalts, basaltic andesites, andesites, dacites, rhyolites and an intrusive (plutonic or subvolcanic) phase, with small bodies of porphyritic microdiorites-microgranodiorites and dikes of albitized dacites-rhyolites respectively.

These two series (i.e. tholeiitic series and calc-alkaline series) belong to a volcanic arc tectonic setting type (Nicolae, 1995); ophiolites of volcanic arc type occur in Trascău Mountains in Rimetea Nappe and Bedeleu Nappe.

The *spilitic series* includes predominantly spilitized basalts- basaltic andesites associated in a volcano-sedimentary olistostroma formation (Feneș Formation); these belong to an ensialic marginal basin tectonic setting type and occur in the Feneș Nappe.

The tholeiitic series shows in some tectonic setting discrimination diagrams, that the majority of the analyses plot in a volcanic arc field, such as Ti - Zr diagram (Fig.1), TiO_2 - MnO - P_2O_5 diagram (Fig.2), and Ti/Cr - Ni diagram (according to Beccaluva et al., 1979), or in a MORB field, such as V - Ti/1000 diagram (according to Shervais, 1982) and Ti - Cr diagram (Fig.3).

Most of the calc-alkaline series analyses plot in volcanic arc fields in all diagrams.

The spilitic series rocks show in some diagrams affinities with volcanic arc environments. Similar occurrences of (\pm ensialic) marginal basin were explained by the influence of "hydrous fluids derived from the subduction zone which may enter the source region"



magmeior ” de acest tip (Saunders et al., 1980). Aceste cadre geotectonice au fost denumite ”supra subduction zone (SSZ)” (Pearce et al., 1984).

LREE și rapoartele LREE/HREE arată cele mai mici conținuturi respectiv valori pentru rocile seriei tholeiitice și cele mai mari pentru rocile seriei calco-alkaline.

Diagramele normalizate REE/Chondrite furnizează informații însemnate despre petrogeneza ofiolitelor și date suplimentare care confirmă modelul lor genetic.

Valorile medii pentru elementele radioactive (U, Th) sunt mai scăzute în seria tholeiitică și în seria spilitică și mai ridicate în seria calco-alkalină.

În rocile ofiolitice din Munții Trascău se întâlnesc unele mineralizații fără importanță economică care aparțin la două tipuri:

- tipul Cu-Pirită, înrudit cu tipul Cyprus (subtipul Gjervik, sensul Pearce și Gale, 1977) la Pietroasa (Pr. Porcului) (Vlad, în Lupu et al., 1982), și

- tipul Pb-Zn-Cu±Au (tipul Kuroko) la Podeni, similar cu mineralizațiile de la Vorța-Dl. Mare (Udubașa, 1978).

Aceste noi date geochemice sunt în acord cu modelul genetic al ofiolitelor (Nicolae et al., 1992; Nicolae, 1995). Astfel, crusta oceanică generată în riftul Transilvanian s-a subdus sub marginea continentală activă a Munților Apuseni, conducând la formarea unui arc vulcanic (ale cărui produse aparțin seriei tholeiitice și seriei calco-alkaline); în spatele acestui arc se formează un bazin ensialic ale cărui ofiolite aparțin seriei spilitice. Inițial magmele au fost generate în urma topirii parțiale a mantalei superioare de deasupra plăcii subduse, în acest fel formându-se produsele seriei tholeiitice, după care prin topirea parțială a plăcii subduse însăși s-au format rocile seriei calco-alkaline.

După apariția acestor ofiolite, a avut loc o mișcare de rotație în sensul acelor ceasornicului, care este responsabilă, cel puțin în parte, de dezmembrarea în diferite unități tectonice a Munților Apuseni de Sud.

(Saunders et al., 1980). These tectonic settings were designated as SSZ (supra subduction zone) ophiolites (Pearce et al., 1984).

REE show the lowest (for tholeiitic series) and the highest (for calc-alkaline series) contents of LREE and LREE / HREE ratios.

Chondrite-normalized patterns of the tholeiitic series, calco-alkaline series and spilitic series provide valuable information about their petrogenesis and additional data to confirm the ophiolite genetic model.

Mean values for radio-active elements (U, Th) are lower in tholeiitic series and spilitic series and higher in calc-alkaline series.

In ophiolitic rocks of the Trascău Mts. there are some mineralizations without economic importance, which belong to two types:

- Cu - Py type, related to Cyprus mineralization (subtype Gjervik, sensu Pearce and Gale, 1977) at Pietroasa (Porcului Creek) (Vlad in Lupu et al., 1982) and,

- Pb - Zn - Cu ± Au (Kuroko type) at Podeni, similar with Vorța-Dl. Mare mineralizations (Udubașa, 1978).

These new geochemical data are in accordance with our ophiolite genetic model (Nicolae et al., 1992; Nicolae, 1995). Thus, the oceanic crust of the Transilvanian rift was subducted beneath the active continental margin of the Apuseni Mts., leading to the formation of a volcanic arc (tholeiitic and calc-alkaline series) and, behind this arc, of an ensialic marginal basin (spilitic series).

Initially magmas were generated through melting of the mantle above the downgoing plate, producing the tholeiitic series and through further melting of the subducted slab, calc-alkaline series were generated.

After the generation of these ophiolites, a clockwise rotation took place, which can be responsible, in part, of the break up in different tectonic units of the South Apuseni Mts..



References

- Beccaluva, L., Ohnenstetter, D., Ohnenstetter, M. (1979) Geochemical discrimination between ocean-floor and island-arc tholeiites - application to some ophiolites. *Can. J. Earth. Sci.*, 16, p.1874-1882, Ottawa.
- Lupu, M. et al. (1982) Report, Arch. IGR.
- Mullen, E. D. (1983) $MnO - TiO_2 - P_2O_5$: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth. Planet. Sci. Lett.*, 62, p. 53-62, Amsterdam.
- Nicolae, I. (1995) Tectonic Setting of the Ophiolites from the South Apuseni Mountains : Magmatic Arc and Marginal Basin. *Rom. J. Tect. & Reg., Geol.*, 76, p.29-41, București.
- , Soroiu, M., Bonhomme, M. G. (1992) Ages K - Ar de quelques ophiolites des Monts Apuseni du Sud et leur signification géologique (Roumanie) *Géologie Alpine*, 68, p. 77-83, Grenoble.
- Pearce, J.A. (1975) Basalt geochemistry used to investigate past tectonic environment on Cyprus. *Tectonophysics*, 25, p. 42-67, Amsterdam.
- (1982) Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. *Andesites*, Chichester, Wiley, p. 525-548, London.
- , Gale, G.H. (1977) Identification of Ore Deposition Environment from Trace Element Geochemistry of Associated Igneous Host Rocks. The Geol. Soc. of London Proc. Joint Meet. Volc. Stud. Group of the G.L.F. and I.M.M., 21-22 Jan. 1976, London.
- , J.A., Lippard, S.J., Roberts, S. (1984) Characteristics and tectonic significance of suprasubduction zone ophiolites. In Kekelaar B.P. & Howells M.F.(Ed.) *Marginal Basin. Geology, Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, 16, p. 17-94.
- Saunders, A.D., Tarney, J., Marsh, N.G., Wood, D.A. (1980) Ophiolites as ocean crust or marginal basin crust: A geochemical approach. In: Panayiotou (Ed.) *Proc. int. Ophiolite Conf. Nicosia, Cyprus*, p. 193-204.
- Shervais, J.W. (1982) Ti - V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 59, p.101-118, Amsterdam.
- Udubaşa, G. et al. (1978) Report, Arch. IGR.

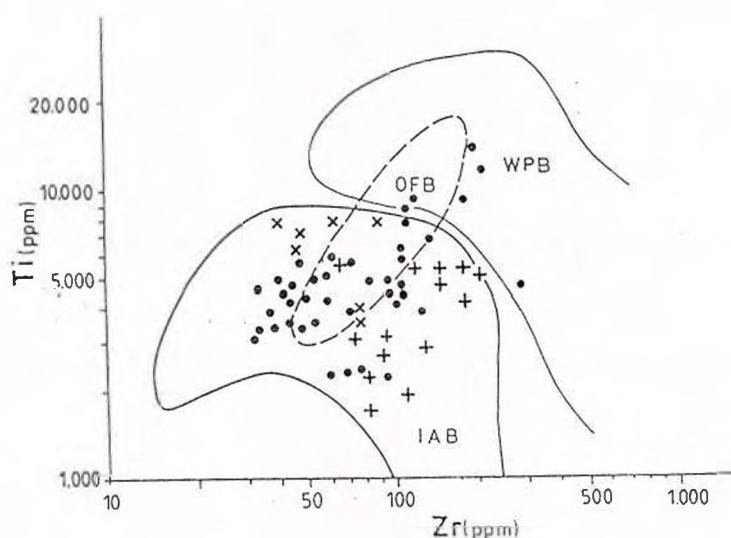


Fig.1 Ti - Zr diagram (according to Pearce, 1982). OFB- ocean floor basalts; IAB- island arc basalts; WPB- within plate basalts. (X) - Tholeiites series; (+) - Calc-alkali series; (·) - Spilitic series; the same and in figs. 2 and 3.

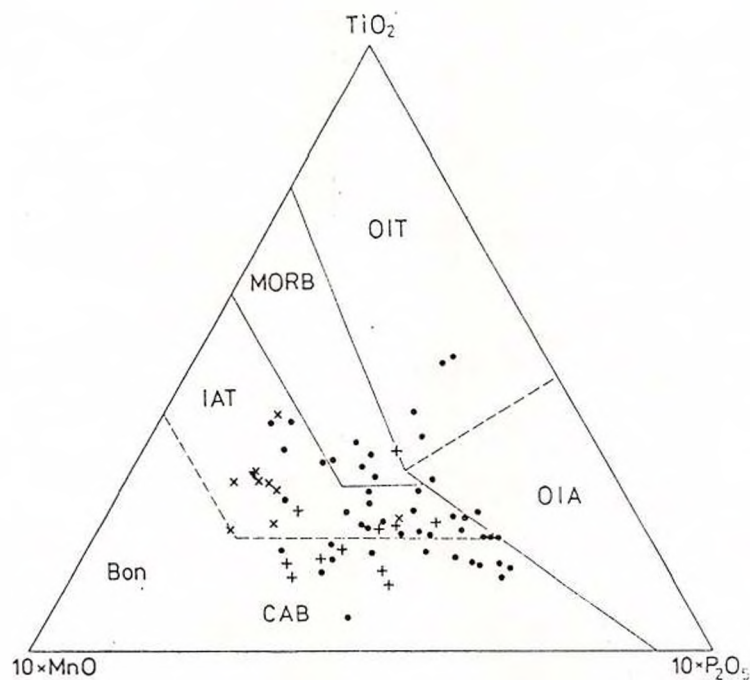


Fig. 2 TiO_2 - $\text{MnO} \times 10$ - $\text{P}_2\text{O}_5 \times 10$ diagram (according to Mullen, 1983). MORB - mid ocean ridge basalts; OIT - ocean island tholeiites; OIA - ocean island alkali basalts; IAT - island arc tholeiites; CAB - calc-alkali basalts; Bon - Boninites. (X) - Tholeiites series; (+) - Calc-alkali series; (·) - Spilitic series; the same and in figs. 2 and 3.

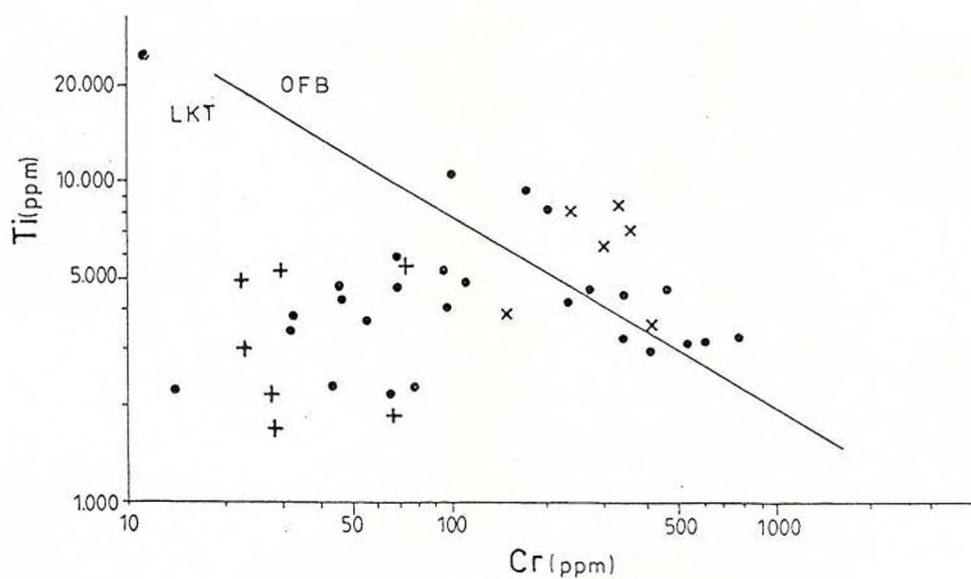


Fig. 3 Ti - Cr diagram (according to Pearce, 1975) OFB - ocean floor basalts; LKT - low potassium tholeiites.

GEOCHIMIA VULCANITELOR NEOGENE DIN MUNȚII APUSENI DE SUD GEOCHEMISTRY OF THE NEOGENE VOLCANICS IN THE SOUTH APUSENI MOUNTAINS

E. ROȘU, A. ȘTEFAN, P. ANDĂR, S. IAMANDEI, E. IAMANDEI, M. STOIAN, G. GRABARI,
I. TIEPAC, V. ALEXE, C. UDRESCU

Aria de distribuție a vulcanitelor neogene în Munții Apuseni de Sud constituie un ansamblu geosstructural complex, în cadrul căruia s-au format și au evoluat, cu întreruperi, bazine intramontane terțiare. În aceste bazine, și uneori în zone apropiate, din Badenianul inferior (Langhian) până în Pliocen-Cuaternar se recunosc trei momente de activitate vulcanică, produsele respective prezentând variații cantitative importante și particularități petrografice-geochimice distincte.

Primele produse magmatice de vârstă langhiană, paralelizabile cu tuful de Dej, sunt reprezentate prin tufuri sudate rioidacitice, cu răspândiri foarte reduse (Hărtăgani, Minișul de Sus).

Activitatea vulcanică care a generat marea masă de produse andezitice s-a desfășurat în intervalul Kossovian-Sarmatian, cu extindere în unele zone până în Pannonian; în cadrul acesteia au fost surprinse două tendințe de evoluție: prima, și cea mai importantă, calcoalcalină, dezvoltată în toate zonele, urmată de a doua, cu tendințe alcaline și având o extindere limitată. În Dl. Zămbrița (Hărtăgani) și Pârâul lui Toader (Săcărâmb).

Produsele vulcanice cele mai noi, Pliocen-Cuaternar, au caracter alcalin (trahandezite) și apar numai în Dl. Uroi.

Activitatea vulcanică care a generat marea masă de produse calcoalcaline, preponderent andezitice, a debutat în zonele Hărtăgani-Brad și Zlatna, în Kossovian, la nivelul formațiunii vulcano-sedimentare, prin andezite cuarțifere cu hornblendă și biotit; concomitent cu acestea, s-a format, probabil, o formațiune vulcano-sedimentară și la Roșia Montană, care ulterior a fost puternic implicată în procesele de formare a brecciilor de explozie și intrusivă afiliate rioidacitelor (Roșia Montană) și dacitelor (Bucium). În Zarand, formațiunea vulcano-sedimentară începe în Kossovian (probabil ceva mai târziu decât în zonele menționate), prin andezite cu hornblendă verde și piroxeni. La Hărtăgani, Brad și Zlatna andezitele cu hornblendă verde și biotit ± piroxeni străbat sau se dispun peste formațiunea vulcano-sedimentară de vârstă kossoviană; astfel de roci apar și la Săcărâmb, Deva, Roșia Poieni, Bucium și Baia de Arieș, dar lipsesc în

The spreading area of the Neogene volcanics in the South Apuseni Mts represents a complex geosstructural system within which Tertiary intermontane basins formed and developed. In these basins, and in places in nearby zones, from the Lower Badenian (Langhian) to the Pliocene-Quaternary, three moments of volcanic activity are known, whose products present significant quantitative variations and distinct petrographic-geochemical particularities.

The Langhian magmatic products, comparable to the Dej Tuff, are represented by rhyodacitic welded tuffs spread on a reduced area (Hărtăgani, Minișul de Sus).

The volcanic activity that generated most of the andesitic products developed during the Kossovian-Sarmatian time span, in some areas extending up to the Pannonian; within it two evolution trends have been observed: the first and the most important one is calc-alkaline and occurs in all areas; the second, alkaline one has a restricted development, in the Zămbrița Hill (Hărtăgani) and Pârâul lui Toader (Săcărâmb).

The most recent volcanic products, Pliocene-Quaternary in age, display an alkaline character (trachyandesites) and occur only in the Uroi Hill.

The volcanic activity that generated most of the calc-alkaline, mainly andesitic products started, in the Hărtăgani-Brad and Zlatna areas, with hornblende + biotite quartz andesites in the Kossovian; it is probable that concomitantly with it a volcano-sedimentary formation formed at Roșia Montană that was subsequently involved in the formation processes of the explosion and intrusive breccias related to rhyodacites (Roșia Montană) and dacites (Bucium). In Zarand the volcano-sedimentary formation starts with green hornblende + pyroxene andesites in the Kossovian (probably a little later than in the above-mentioned zones). At Hărtăgani, Brad and Zlatna the green hornblende + biotite ± pyroxene intrude or overlie the Kossovian volcano-sedimentary formation; thus, such rocks occur at Săcărâmb, Deva, Roșia Poieni, Bucium and Baia de Arieș but they are missing in Zarand. The magma that yielded the Cetraș-type andesites in the Hărtăgani zone developed independently and during a longer time



Zarand. Magma care a generat andezitele de tip Cetrăş din zona Hărtăgani a evoluat independent şi un timp mai îndelungat, probabil până în Sarmatianul superior-Pannonian. Andezitele cu amfiboli sau cu amfiboli şi piroxeni (de tip Barza) au o largă răspândire în zonele Brad, Bolcana-Hondol, Zlatna, Bucium şi Zarand, formând uneori corpuri subvulcanice. Andezitele piroxenice apar la sud de Caraciu şi sunt foarte larg dezvoltate în Zarand. Andezitele cu hornblendă brună şi piroxeni \pm biotit (adesea în facies megaporfiric) apar în majoritatea zonelor şi uneori încheie vulcanismul calcoalcalin andezitic; vârsta acestora este sarmatian superioară - pannoniană în partea de vest şi centrală a Munţilor Apuseni de Sud şi pannoniană la Roşia Montană şi Baia de Arieş. Andezitele bazaltice de la Detunata (Bucium), de vârstă pannoniană (7,3 m.a.) constituie ultima manifestare vulcanică în această regiune.

Vulcanitele cu tendinţe alcaline de vârstă pannonian inferioară sunt reprezentate prin andezite cu amfiboli şi biotit (latite) în Dl. Zămbriţa şi andezite-microdiorite cu piroxeni şi amfiboli (shoshonite) în Pârâul lui Toader. Ele încheie activitatea vulcanică în zona Hărtăgani-Săcărâmb.

Datele geochimice reflectă caracterul calcoalcalin al produselor preponderent andezitice şi confirmă evoluţia de la caractere acide, prin intermediare, spre bazice, cu intervale de variaţii ale conţinuturilor medii în SiO_2 în general reduse. Conţinuturile relativ ridicate în Al_2O_3 , Rb, Sr, Ba, Zr, REE, precum şi alte date geochimice, pledează pentru evoluţia acestor andezite în cadrul unei zone de arc vulcanic continental-margine continentală. Procesele de generare ale magmelor calcoalcaline ar putea fi asociate unor fracturi profunde transcrustale, care au controlat probabil şi formarea bazinelor intramontane miocene. Adâncimile până la care s-au extins aceste fracturi au fost probabil suficient de mari pentru a declanşa în mantaua superioară, afectată de procese metasomatice, topiri parţiale prin scăderea relativ bruscă a presiunii. Ulterior, topiturile formate s-au deplasat ascensional şi apoi au evoluat în rezervoare magmatice intermediare. Distribuţia spaţială şi succesiunea produselor vulcanice sugerează existenţa unei stratificări în aceste camere intermediare, în partea superioară fiind localizate topiturile mai uşoare şi mai hidratate. Procesele de cristalizare fracţionată au fost complexe, controlate de compoziţia topiturilor şi variaţia condiţiilor fizico-chimice (P, T, etc.) şi s-au desfăşurat cvasisimultan cu procese de mixing prin realimentări periodice cu cantităţi mici de magne primare. Procesele respective s-au desfăşurat, probabil, în prezenţa unor curenţi de convecţie puternici, care au împiedicat separarea gravitaţională a fenocristalelor, în special a plagioclazului, date în acord cu slaba diferenţiere a REE

span, probably till the Upper Sarmatian-Pannonian. The amphibole or amphibole + pyroxene andesites (Barza type) are widely spread in the Brad, Bolcana-Hondol, Zlatna, Bucium and Zarand, in places forming subvolcanic bodies. Pyroxene andesites occur south of Caraciu and are widely spread in Zarand. Brown hornblende + pyroxene \pm biotite andesites (often in megaporphyritic facies) are found in most of the areas and they sometimes end the andesitic calc-alkaline volcanism; they are Upper Sarmatian-Pannonian in age in the western and central part of the South Apuseni

Mountains and Pannonian in age at Roşia Montană and Baia de Arieş. Basaltic andesites at Detunata (Bucium), Pannonian in age (7.3 M.a.), represent the last volcanic manifestation in this area.

The Lower Pannonian volcanics with alkaline trend are represented by amphibole + biotite andesites (latites) in the Zămbriţa Hill and by andesites and pyroxene + amphibole microdiorites (shoshonites) in Pârâul lui Toader. They end the volcanic activity in the Hărtăgani-Săcărâmb zone.

The geochemical data point out the calc-alkaline character of the mostly andesitic products and assert the evolution from acid, through intermediary, to basic characters with variation ranges of the SiO_2 average contents, generally reduced. The relatively high contents in Al_2O_3 , Rb, Sr, Zr, REE, as well as other geochemical data are in favour of the volcanic evolution of these andesites within a continental volcanic arc-continental margin type. The calc-alkaline magmas generation processes could be related to transcrustal deep-seated fractures that probably controlled also the formation of Miocene intermontane basins. The depths up to which these fractures extended were probably great enough to produce, in the upper mantle affected by metasomatic processes, partial melts by the relatively sudden decrease of pressure. Later on the melts shifted ascensionally and then developed in intermediary magmatic reservoirs. The spatial distribution and succession of the volcanic products suggest the existence of a bedding in these intermediary chambers, the lighter and more hydrated melts being located in the upper part. The fractional crystallization processes were complex, controlled by the melts composition and the variation of the physico-chemical (P, T, etc.) conditions, and they developed quasiconcomitantly with mixing processes by periodical re-feedings with small amounts of primary magmas. The respective processes probably developed under the influence of strong convection currents that made impossible the gravitational separation of the phenocrysts, especially of plagioclase, represented by the poor REE differentiation and absence of an obvious Eu negative anomaly. The evolution way of the melts that generated dacite-andesite calc-alkaline rocks imposed the generally



și absența unei pronunțate anomalii negative de Eu. Modul de evoluție al topiturilor care au generat rocile calcoalcaline dacit-andezitice menționate a impus în general păstrarea neschimbată a compoziției chimice în elemente majore, dar cu variații în ceea ce privește conținuturile în elemente minore, atât la scară locală cât și regională. Valorile raporturilor izotopice $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ pentru majoritatea rocilor calcoalcaline sunt în general suficient de scăzute ($<0,707$), astfel că se poate admite drept sursă a lor mantaua superioară. Aceste valori nu se corelează cu compoziția chimică la scară locală sau regională, aspectul respectiv sugerând că procesele de contaminare cu crustă la nivelele superioare, combinate cu cristalizarea fracționată implicând plagioclazul, nu joacă un rol important în determinarea compoziției izotopice. Variațiile valorilor raporturilor izotopice nu depind de grosimea crustei străbătute, ci reflectă probabil procese de contaminare sau, mai degrabă, neomogenități în conținuturile de Sr radiogen ale mantalei superioare afectată de procese metasomatice. Aceste procese au condus la o îmbogățire în fluide și concentrarea în cadrul lor a ionilor metalici care, ulterior, în diferite momente de evoluție a vulcanismului calcoalcalin, au determinat numeroase și variate tipuri de mineralizații.

Magnele care au generat andezitele cu tendințe alcaline și andezitele bazaltice (reprezentând ultimele produse magmatice în sectoarele respective) au avut drept sursă tot mantaua superioară metasomatizată, dar care a suferit procese de topiri parțiale mult mai scăzute. Aceste magme au avut o evoluție diferită, bine evidențiată de caracterele geochimice ale rocilor menționate.

unchanged chemical composition in the major elements, but with variations as regards the contents in minor elements both on a local and regional scale. The values of the $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ isotopic ratios for most of the calc-alkaline rocks are generally low enough ($<0,707$) so that upper mantle can be admitted as their source. These values are not correlated with the chemical composition on a local or regional scale, this suggesting that the crust contamination processes at the upper levels, beside the fractional crystallisation involving plagioclase, does not play an important part in the determination of the isotopic composition. The variations of the values of the isotopic ratios do not depend on the thickness of the intruded crust, but they probably indicate the contamination processes or rather nonhomogeneities as regards the radiogene Sr contents of the upper mantle affected by metasomatic processes. These processes led to an enrichment in fluids and the concentration within them of the metallic ions that later on, in different moments of the calc-alkaline volcanism evolution determined numerous and varied mineralization types.

The magmas that generated the andesites with alkaline trends and the basaltic andesites (representing the last magmatic products in the respective areas) originated in the metasomatized upper mantle, which underwent much lower partial melting processes. These magmas had a different evolution, well marked by the geochemical features of the mentioned rocks.



**ANALIZA STRUCTURALĂ-METALOGENICĂ A REGIUNII VULCANICE
NEOGENE OAȘ-GUTÂI-ȚIBLEȘ, CU PRIVIRE SPECIALĂ ASUPRA
MASIVULUI GUTÂI
L'ANALYSE STRUCTURAL-MÉTALLOGÉNIQUE DE LA RÉGION
VOLCANIQUE NÉOGENE D'OAȘ-GUTÂI-ȚIBLEȘ (APERÇU SPECIAL SUR
LE MASSIF GUTÂI)**

M. Borcoș¹, J. Andrei¹, R. Crahmaliuc¹, B. Găbudeanu¹, C. Stanciu¹, A. Crahmaliuc¹, V. Milu¹, E. Iamandei¹, S. Iamandei¹, A. Georgescu¹, E. Szabo¹, C. Andrei¹, D. Rădulescu², I. Măldărescu², C. Calotă², D. Ion², J.P. Milesi³, E. Marcoux³, P. Piantone³, A. Genna³, P. Nehlig³

Interpretarea corelată a datelor geologice și geofizice realizată în cadrul unui program de cercetare la care au colaborat specialiști din partea Universității București și BRGM Orléans a permis schematizarea cadrului geotectonic al zonei Oaș-Gutâi cu evidențierea principalelor elemente de control și mod de evoluție a proceselor magmatice și metalogenetice. Au fost utilizate în acest scop, pe lângă rezultatele activității prestate în cadrul programului, toate informațiile semnificative consemnate în rapoarte și publicații.

Subasamentul preneogen al regiunii, ca și zonele învecinate spre nord (zona transcarpatică) și spre vest și vest - sud-vest (partea nord-estică a bazinului panonic) a fost compartimentat în grabene și horsturi de un sistem sublatitudinal de fracturi, dintre care cea mai importantă, cu caracter transcrustal, este fractura Cărlibaba-Carei (Dragoș Vodă), care poate fi urmărită în extindere spre sud-vest, probabil cu același rol magmatic activ și în subasamentul bazinului panonic, pe linia Mecsekalya (Fig.1) (Gavăț et al, 1963; Naumenko, 1971; Rădulescu, Săndulescu, 1973; Borcoș et al, 1984; Săndulescu, 1984; Brezsyansky, 1989; Tari et al, 1991; Rădulescu et al, 1993; Vlad, Borcoș, 1994). Imaginea structurală primară a fost modificată atât prin instalarea unor corpuri plutonice, mai ales în arealul compartimentelor ridicate, îngropate la adâncimi variabile între 2000-4000 m și grosimi cuprinse între 3-12 km (Fig. 2), cit și prin reactivarea senestră a sistemului inițial de fracturi și pe alte direcții predominant orientate nord-est și nord-vest, preferențial și selectiv însoțite de episoade specifice, uneori recurente, ale activității vulcanice și metalogenetice, care pot fi cuprinse într-o succesiune cronologică suficient de bine precizată (Andrei et al, 1970; Borcoș, Lang, 1973;

L'interprétation des données géologiques et géophysiques réalisée dans le cadre d'un programme de recherche auquel ont collaboré des spécialistes de l'Université de Bucarest et du BRGM-Orléans a permis la présentation schématisée du cadre géotectonique de la zone d'Oaș-Gutâi, avec les principaux éléments structuraux ayant contrôlé l'évolution des processus magmatiques et métallogéniques. Outre les résultats de l'activité déployée dans le cadre de ce programme, on a utilisé en plus toutes les informations significatives contenues en rapports et publications.

Le soubassement pré-neogène de la région, de même que les zones voisines vers le Nord (la zone transcarpatique) et vers l'Ouest et l'Ouest - Sud-Ouest (la partie nord-orientale du bassin panonien), a été compartimenté en grabbens et horsts par un système sous-latitudinal de fractures, dont la plus importante, à caractère transcrustal, c'est la fracture de Cărlibaba-Carei (Dragoș Vodă), qu'on peut poursuivre en extension vers le SW, probablement avec le même rôle magmatique actif dans le soubassement du bassin panonien aussi, sur la ligne Mecsek-Mecsekalya (fig.1) (Gavăț et al, 1963; Naumenko, 1971; Rădulescu, Săndulescu, 1973; Borcoș et al, 1984; Săndulescu, 1984; Brezsyansky, 1989; Tari et al, 1991; Rădulescu et al, 1993; Vlad, Borcoș, 1994). L'image structurale primaire a été déformée autant par l'installation des corps plutoniques, surtout dans l'aréal des compartiments élevés, enfouis à des profondeurs variables (entre 2000-4000 m) et à épaisseurs variant entre 3-12 km (fig.2), ainsi que par la réactivation senestre du système initial de fractures sur d'autres directions aussi, orientées de préférence N-E et N-W, accompagnées de manière préférentielle et sélective par des épisodes spécifiques, parfois récurrents, de l'activité volcanique et metallo-

¹ IGR

² Universitatea București

³ BRGM Orléans



Borcoş et al, 1973; Andrei et al, 1994; Vlad, Borcoş, 1994). Folosind modelarea magnetică tridimensională pentru plutonul Livada (Crahmaliuc, Crahmaliuc, 1994 a) și profile de modelare magnetică bidimensionale pentru zona mediană a plutonului Gutâi (Andrei et al, 1994; Crahmaliuc, Crahmaliuc 1994 b); datele existente, care se găsesc într-un stadiu mai avansat de prelucrare, sînt transpuse în secțiuni geologice schematizate (Fig. 3) și sugerează dependențe genetice evidente între culminațiile plutonului Gutâi și localizarea centrelor de maximă activitate vulcanică și metalogenetică (Fig. 1, 2, 3) (Crahmaliuc, 1994), intuite de altfel anterior pe baza datelor geologice și geofizice primare.

Individualizarea spațio-temporală a principalelor alinamente metalogenetice, care se suprapun concordant pe segmente tectono-vulcanice neogene și /sau segmente rupturale pre-neogene reactivate poate fi raportată modului și sensului de derulare a proceselor magmatice raportate la scară regională (Fig.4) (V_0 , V_1 , V_2 , V_3), context care ar condiționa și o etapizare a evenimentelor metalogenetice (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) (Fig. 4) (Borcoş et al., 1973; Rădulescu et al, 1987). Observațiile bazate în special pe relațiile directe determinate între diversele tipuri de vulcanite reprezentative și formațiunile sedimentare, pe prezența și semnificația nivelelor vulcano-sedimentare, ca și pe aspectele genetice și paragenetice particulare atribuite unităților genetice delimitate (districtele metalogenetice: Ilba, Nistru - M_1 ; Săsar-Valea Roșie - M_2 ; Dealul Crucii-Băiuț - M_3) pledează în continuare pentru o asemenea schemă crono-litostratigrafică. Totuși, valabilitatea acesteia este pusă în discuție mai ales în ceea ce privește vârsta evenimentelor metalogenetice prin neconcordanțele semnalate între observațiile geologice și rezultatele analizelor radiometrice efectuate. Alternativa bazată pe aceste date raportează întreaga activitate metalogenetică doar la două momente principale, în Pannonian, dispuse pe un interval de cca. 3,7 mil.ani (Kovacs et al, 1994). Rezultatele analizelor K/Ar și $^{38}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ pe roci și minereuri în curs de execuție în laboratoarele BRGM, luînd în considerare și informațiile menționate, vor contribui la globalizarea episodicității proceselor hidrotermale (cu 2 sau mai multe faze sau secvențe), al cărei sens de migrare la scară regională de la V spre E pare să fie suficient de bine precizat (Borcoş et al, 1973). Noi observații de teren consemnează, cu mai multă acuratețe, în cuprinsul formațiunii vulcano-sedimentare badeniene (zona de confluență v. Ilba-v. Colbului) prezența unui nivel gros de pînă la 1.5m în care se identifică fragmente frecvent rulate de andezite (F 2-15 cm) hidrotermalizate și /sau piritizate, însoțite uneori de sulfuri polimetalice. Acestea au fost raportate în schema propusă momentelor V_0 și M_0 (Fig.4).

genique, qu'on peut ranger dans une succession chronologique assez bien précisée (Andrei et al, 1970; Borcoş, Lang, 1973; Borcoş et al, 1973; Andrei et al, 1994; Vlad, Borcoş, 1994). A l'aide de la modélisation magnétique en 3D pour le pluton Livada (Crahmaliuc, Crahmaliuc, 1994 a) et des sections de modélisation en 2D pour la zone médiane du pluton de Gutâi (Andrei et al, 1994; Crahmaliuc, Crahmaliuc 1994 b), les données actuelles - se trouvant dans un stade avancé de traitement - sont transposées dans des sections géologiques schématisées (fig.3) et suggèrent des dépendances génétiques évidentes entre les culminations du pluton Gutâi et la localisation des centres d'activité volcanique

et métallogénique maximale (fig. 1, 2, 3) (Crahmaliuc, 1994); pareilles relations ont été d'ailleurs supposées auparavant, à partir des données géologiques et géophysiques primaires.

Dans l'ensemble de la région on peut rapporter les principaux alignements métallogéniques se superposant en concordance sur des segments tectono-volcaniques néogènes et/ou segments rupturales pré-néogènes réactivés à la manière et au sens de déroulement des processus magmatiques (fig.4) (V_0 , V_1 , V_2 , V_3), contexte susceptible de conditionner également une épisodicité des événements métallogéniques (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) (fig.4) (Borcoş et al, 1974; Rădulescu et al, 1987). Des observations fondées spécialement sur les relations directes déterminées entre les divers types de vulcanites représentatives et les formations sédimentaires, sur la présence et la signification des divers niveaux vulcano-sédimentaires, ainsi que sur les aspects génétiques et paragenétiques particuliers attribués aux unités génétiques délimitées (districts métallogéniques: Ilba, Nistru - M_1 , Săsar-Valea Roșie - M_2 ; Dealul Crucii-Baiut - M_3) plaident toujours à la faveur d'un tel schéma chronolithostratigraphique. La valabilité de celui-ci est pourtant discutable, surtout en ce qui concerne l'âge des événements métallogéniques par les non-concordances signalées entre les observations géologiques et les résultats des analyses radiométriques effectuées. L'alternative avancée sur ces données met en rapport toute l'activité métallogénique seulement à deux moments principaux, au Pannonien, disposés sur un intervalle d'environ 3,8 M.A. (Kovacs et al., 1994). Les résultats des analyses K/Ar et $^{38}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ sur des roches et minerais en train d'exécution dans les laboratoires du BRGM, tout en considérant les informations mentionnées aussi, vont contribuer à la globalisation de l'épisodicité des processus hydrothermaux (avec deux ou plusieurs phases ou séquences), dont le sens de migration à l'échelle régionale depuis l'Ouest vers l'Est semble être assez bien précisé (Borcoş et al., 1973).



În arealul cu produse vulcanice corespunzătoare dacitelor de Ulmoasa și andezitelor cuarțifere tip Picuiatu, dependentă de o calderă încă insuficient de bine precizată, acestea sunt penecontemporane ($V_{2b} = V_{2c}$). Urmează să se revizuiască relațiile existente și între celelalte tipuri de produse încadrate la V_{2b} și V_{2c} în vederea determinării cronologiei activității în limitele acestui interval.

Prelucrarea statistică a tipurilor reprezentative de vulcanite grupate pe etape de evoluție (V_1 , V_2 , V_3), în acord și cu distribuția lor spațială (utilizând doar datele publicate - Borcoș et al., 1973, 1979; Lang, 1976), prin: distribuții statistice, conținuturi în principalii oxizi, raporturi caracteristice, pledează pentru doua varietăți de magme. Produsele pot fi astfel raportate unor magme de tip crustă oceanică, care corespund vulcanitelor V_2 și V_3 , ca și unor magme de tip crustă continentală, corespunzând vulcanitelor V_1 . Ultimele date, analize efectuate de BRGM pe probe recent recoltate, evidențiază magme cu afinități tholeitice, generate pe mai multe linii de diferențiere (Th/La și La/Nb). Spectrul elementelor majore și minore determinate este comparabil cu cel al magmelor formate în zone de subducție actuală. Variabilitatea geochimică sesizată ar putea fi explicată prin heterogenitatea surselor (între un pol tip "kersantit" și altul tip "tholeit continental"), cu efect de amestec și de contaminare. Se poate presupune originea magmelor prin consumul unei plăci subduse (pol lamprofiric) cu contaminarea variabilă a acestora la nivelul mantalei litosferice subcontinentale (pol tholeitic).

Procesele de alterare hidrotermală se asociază fazelor metalogenetice menționate, generind în comun cu acestea, în secvențe precursore sau parțial concomitent ample succesiuni cogenetice. Dispoziția zonală a produselor urmărește în general conturul căilor de acces a soluțiilor și/sau a corpurilor de minereu, cu largi variații de la intervalele monozonale la cele polizonale relativ comparabile pentru M_1 , M_2 , M_3 . În majoritatea cazurilor, fondul petrografic inițial este de natură propilitică. Seria completă a tipurilor de alterare, constituită din roci: cloritice (Cl), adularice ($Ad \pm silice$), carbonatice (Cb), sericitice (Sr), argilice (Ar), silicice (Si) este mult mai bine exprimată în episodul asociat lui M_1 . În episodul M_1 , dar mai ales în episodul M_2 a existat un aport masiv de potasiu, materializat printr-o hidrometasomatoză de tip adularic ($M_1 = Ad$, $Ar > Cl$, Sr ; $M_2 = Ad + Si > Ar$, Sr , Cl); în timpul formării produselor din M_3 , aportul de potasiu este mult mai scăzut ($M_3 = Ar$, $Sr > Cl$, Ad) (Stanciu, 1973). Bilanțul geochimic determinat pe tipuri de roci hidrotermalizate reflectă pentru principalii oxizi și elemente metalice (Pb, Zn, Cu, Ag) aspecte calitative și cantitative posibil de corelat și cu capacitatea de metalizare a corpurilor de minereu.

De nouvelles observations en terrain ont indiqué, avec plus d'exactitude, au sein de la formation volcano-sédimentaire badenienne (zone du confluent des vallées Ilba et Colbului) la présence d'un niveau épais de jusqu'à 1,5 m. dans lequel on peut mettre en évidence des fragments souvent roulés d'andesites ($V_2 - 15$ cm) hydrothermalisés et/ou pyritisés, accompagnés parfois de sulfures polymétalliques. Ceux-ci ont été rapportés dans le schéma proposé aux moments V_o et M_o (fig.4).

Dans l'aréal à produits volcaniques correspondant aux dacites d'Ulmoasa et aux andésites quartzifères type Piscuiatu, dépendant d'une caldère pas encore assez bien contourée, celles-ci sont péné-contemporaines ($V_{2b} = B_{2c}$). Il reste à réviser les relations qui existent également entre les autres types de produits encadrés à V_{2b} et V_{2c} , afin de déterminer la chronologie de l'activité entre les limites de cet intervalle.

Le traitement statistique des types représentatifs de vulcanites groupés par étapes d'évolution (V_1 , V_2 , V_3), en accord aussi avec leur distribution spatiale (en utilisant seules les données publiques - Borcoș et al., 1973, 1979; Lang, 1976) par: distributions statistiques, teneurs en principaux oxydes; rapports caractéristiques, plaide pour deux variétés de magmas. On peut, de la sorte, rapporter les produits à des magmas de type croûte océanique, correspondant aux vulcanites V_2 et V_3 , ainsi qu'à des magmas de type croûte continentale, correspondant aux vulcanites V_1 . Les dernières données des analyses effectuées par BRGM sur des échantillons récemment récoltés mettent en évidence des magmas aux affinités tholéitiques, engendrés sur plusieurs lignes de différenciation (Th/La et La/Nb). Le spectre des éléments majeurs et mineurs déterminés est comparable avec celui des magmas formés dans des zones de subduction actuelle. On peut expliquer la variabilité géochimique saisie par la hétérogénéité des sources (entre un pôle du type "kersantite" et un autre du type "tholéite continental"), à l'effet de mélange et de contamination. On peut supposer l'origine des magmas par la consommation d'une plaque engloutie (pôle lamprophyrique) avec la contamination variable de ceux-ci au niveau du manteau lithosphérique subcontinental (pôle tholeitique).

Les processus d'altération hydrothermale s'associent aux phases métallogéniques mentionnées, en engendrant en association avec celles-ci, au cours des séquences antérieures ou partiellement simultanées avec d'amples successions cogenétiques. La disposition zonale des produits épouse en général le contour des voies d'accès des solutions et/ou des corps de minerais, avec de larges variations depuis d'intervalles monozonaux à ceux polyzonaux, relativement comparables pour M_1 , M_2 , M_3 . Dans la majeure partie des cas, le fond pétrographique initial est de nature propylitique.



asociate.

Investigațiile recente detaliate de teren și laborator efectuate în principalele zăcămintele din zona metalogenetică Gutâi, luând în considerare și rezultatele activităților anterioare au condus la identificarea unor repere de corelare geologică, în relație cu evoluția procesului magmatic și cinematica activității vulcanice (Fig.5). Concluziile pertinente sînt însă în continuare condiționate de precizarea unor aspecte în curs de soluționare, cum ar fi: cronologia la scară regională a evenimentelor intrusiv și extrusiv (pluton-vulcanite în relație și cu evenimentele metalogenetice); semnificația datelor de paleomagnetism, în prezent în fază de abordare; sursa metalelor, condițiile și mecanismele de transport și concentrare, determinarea duratei și vitezei de propagare a sistemelor hidrotermale, care să permită elaborarea unui model genetic global de evoluție.

Plutonul Gutâi, local doar prin culminațiile sale, traversează formațiunile sedimentare paleogene; în ansamblu acesta a generat procese intense de contact termic (cornéene rubanate tip Herja și Căvnic), care par să nu fi afectat și formațiunile sedimentare neogene. Asemenea observații, ca și omogenitatea morfologică și compozițională presupusă, sugerează existența unui important episod magmatic la nivelul instalării plutonului, posibil de plasat între V_1 și V_2 , poate chiar ante- V_1 . Într-o asemenea ipoteză, urmează să se verifice dacă manifestările vulcanice ulterioare ($V_2 - V_3$) derivă doar din acest pluton sau dacă alimentarea se face exclusiv sau și din zone mai profunde prin sisteme de fracturi care permeabilizează plutonul și sparg carapacea rigidă cornificată a acestuia.

Valorile determinate pentru izotopii plumbului în laboratoarele BRGM ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,78 \div 18,88$) pentru M_2 și M_3 indică o sursă comună a metalelor, identificabilă în magmatitele neogene (Marcoux et al, 1995). Analizele efectuate anterior pentru izotopii sulfului (pe 30 de probe nesatisfăcător purificate, care provin din mineralizații M_2 și M_3 (Borcoș et al, 1994), indică un diapazon relativ mai restrîns de fracționare pentru M_2 - zăcămintele Săsar - Valea Roșie ($\delta^{34}\text{S}$ ‰ de la -5,2 la -0,3) și mai extinse pentru M_3 - zăcămintele Baia Sprie - Suior ($\delta^{34}\text{S}$ ‰ de la -5,36 la 3,52). Rezultatele recent obținute pe probe de maximă puritate, analizate în laboratoarele BRGM, indică pentru principalele secvențe mineralogice din zăcămintul Căvnic valori comparabile ($\delta^{34}\text{S}$ ‰ de la -5,2 la 0,3).

La scară regională și pe plan local se constată că acumulările de minereu se localizedază frecvent în sisteme de fracturi de distensiune dispuse perpendicular pe aliniamente tectono-vulcanice cit și în lungul unor segmente de fracturi preneogene reactivate, în legătură și cu derularea unor procese freato-magmetice, care au avut un rol deosebit în amorsarea proceselor metalo-

La série complète des types d'altération faite de roches: chloritiques (Cl), adulariques (Ad±silice), carbonatiques (Cb), séricitiques (Sr), argiliques (Ar), siliciques (Si) est mieux saisissable dans l'épisode associé aux $M-1$. Au cours de cet épisode M_1 , mais surtout dans l'épisode M_2 a existé un massif apport en potassium, matérialisé par une hydrométasomatose de type adularique ($M_1 = \text{Ar}$, $\text{Ar} > \text{Cl}$, Sr ; $M_2 = \text{Ad} + \text{Si} > \text{Ar}$, Sr , Cl); pendant la formation des produits du M_3 , l'apport en potassium est beaucoup moindre ($M_3 = \text{Ar}$, $\text{Sr} > \text{Cl}$, Ad) (Stanciu, 1973). Le bilan géochimique déterminé sur des types de roches hydrothermalisées reflète pour les principaux oxydes et éléments métalliques (Pb, Zn, Cu, Ag) des aspects qualitatifs et quantitatifs susceptibles d'être mis en corrélation aussi avec la capacité de métallisation des corps de minerais associés.

Les récentes investigations de détail en terrain et au laboratoire, faites dans les principaux gisements de la zone métallogénique de Gutâi, tout en considérant également les résultats des activités antérieures, ont mené à la mise en évidence de certains repères de corrélation géologique, en relation avec l'évolution du processus magmatique et la cinématique de l'activité volcanique (fig.5). Mais, on peut toujours arriver à des conclusions pertinentes en précisant quelques aspects en train de solution, tels que: la chronologie à l'échelle régionale des événements intrusifs et extrusifs (pluton-vulcanites en relation aussi avec les éléments métallogéniques); la signification des données de paléomagnétisme, à présent en train d'être entamées, la source des métaux, les conditions et les mécanismes de transport et concentration, la détermination de la durée et de la vitesse de propagation des systèmes hydrothermaux, à même de permettre l'élaboration d'un modèle génétique global d'évolution.

Le pluton de Gutâi traverse seulement sur le plan local, par ses culminations, les formations sédimentaires paléogènes; dans son ensemble, celui-ci a provoqué d'intenses processus de contact thermique (cornéennes rubanées type Herja et Căvnic), qui semblent ne pas avoir affecté les formations sédimentaires néogènes. Pareilles observations, ainsi que l'homogénéité morphologique et compositionnelle supposée, suggèrent l'existence d'un important épisode magmatique au niveau de l'installation du pluton, qu'on peut placer entre V_1 et V_2 , peut-être même anté V_1 . Dans une telle hypothèse, ce qui reste c'est de vérifier si les manifestations volcaniques ultérieures ($V_2 - V_3$) dérivent seulement de ce pluton ou si l'alimentation se fait exclusivement ou aussi des zones plus profondes, par des systèmes de fractures qui perméabilisent le pluton et créent la carapace rigide cornifiée de celui-ci.

Les valeurs déterminées pour les isotopes du plomb dans les laboratoires BRGM ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} =$



genetice și în dinamica acestora, mult mai bine exprimate pentru M_3 . Produse ale acestei activități pot constitui indicatori în decelarea temporală a succesiunilor metalogenetice (Fig.5) (Milesi et al., 1994).

Observațiile mineralogice și geochemice înregistrate susțin episodicitatea activității metalogenetice ($M_0 - M_4$), cu o stadialitate a procesului mineralogenetic relativ asemănătoare sub aspect calitativ (6 stadii sau secvențe: 1. st. cu pirită ± oxizi de fier; 2. secv.cuprifera; 3. secv.polimetalică 4. st.carbonatic 5. scv.cu sulfosăruri și /sau aur; 6. st.steril - final), în cazul fazelor productive (M_1, M_2, M_3), dar cu diferențe evidente sub aspect cantitativ de la o unitate genetică la alta (Borcoș et al., 1974, 1975, 1976; Borcoș, Vlad 1994). Se identifică astfel pentru M_1 omogenitatea moderată polimetalic-aurifera ($Pb+Zn \pm Cu > Au+Ag$), pentru M_2 tendința accentuată de predominanță a mineralizațiilor aurifere (sulfosăruri, cu concentrații locale de Pb și Zn ($Au+Ag \gg Pb+Zn$) și pentru M_3 caracterul generalizat pregnant polimetalic, adesea cu individualizarea secvențelor cuprifere și plumbo-zincifere și local cu concentrații bogate în Au și sulfosăruri ($Pb+Zn+Cu > Au+Ag+Ss$). Comportarea elementelor minore asociate analizate și pe tipuri de concentrate de Pb, Pb+Zn, Cu, Py și steril, ca și variația conținuturilor medii de Pb, Zn, Cu, Au, Ag calculate din valorile potențialului total existent, susțin pînă la determinarea corectă a datelor radiometrice aceeași departajare în cadrul schemei temporale adoptate (Fig.4). Asemenea observații se regăsesc, pe de altă parte, și în aspecte concordante privind intensitatea și /sau amploarea procesului, înălțimea etajelor - coloanelor mineralizate și tendința de distribuție zonală a mineralizației, aspecte care se accentuează pregnant pe linia de migrare a proceselor de la vest spre est ($M_1 \rightarrow M_3$).

17,78 - 18,88) pour M_2 et M_3 indiquent une source commune des métaux, identifiable dans les magmatites néogènes (Marcoux et al., 1995). Les analyses effectuées auparavant pour les isotopes du S (sur 30 échantillons à degré de pureté insuffisant, provenant des minéralisations M_2 et M_3 (Borcoș et al., 1994) indiquent un diapason assez réduit de fractionnement pour M_2 - gisements Săsar-Valea Roșie ($\delta^{34}S$ ‰ de 5,2 à 0,3) et plus large pour M_3 - gisements Baia Sprie-Șuier ($\delta^{34}S$ ‰ de 5,36 à 3,52). Les résultats récemment acquis sur des échantillons de pureté maximale, analysés dans les laboratoires BRGM, indiquent pour les principales séquences minéralogiques du gisement Căvnic des valeurs comparables ($\delta^{34}S$ ‰ - 5,2 à 0,3).

À l'échelle régionale et sur le plan local on constate que les accumulations de minerai sont souvent localisées sur des systèmes de fractures de distension, disposés perpendiculairement sur des alignements tectono-volcaniques, ainsi que le long des segments de fractures pré-néogènes réactivées, ayant joué un rôle particulier dans l'amorçage des processus métallogéniques et dans leur dynamique, beaucoup mieux exprimés pour M_3 . Les produits de cette activité sont de possibles indicateurs dans le décellement temporel des successions métallogéniques (fig.4) (Milesi et al., 1994).

Les observations minéralogiques et géochimiques enregistrées viennent étayer l'épisodicité de l'activité métallogénique ($M_0 - M_4$), avec une stadialité du processus minéralogénique assez semblable sous l'aspect qualitatif (6 stages ou séquences: 1. st. à pyrite + oxydes de fer; 2. seq. cuprifère; 3. seq. polymétallique; 4. st.carbonatique; 5. seq. à sulfosels et/ou or; 6. st.stérile-final), dans le cas des phases productives (M_1, M_2, M_3), mais avec des différences évidentes sous l'aspect quantitatif d'une unité génétique à l'autre (Borcoș et al., 1974, 1975, 1976; Borcoș, Vlad, 1994). On peut ainsi mettre en évidence pour M_1 l'homogénéité modérée polymétallique-aurifère ($Pb+Zn \pm Cu > Au+Ag$), pour M_2 la tendance accusée de prédominance des minéralisations aurifères ± sulfosels, à concentrations locales de Pb et Zn ($Au+Ag > Pb+Zn$) et pour M_3 le caractère généralisé pregnant polymétallique, souvent avec l'individualisation des séquences cuprifères et plumbo-zincifères et localement à riches concentrations en Au et sulfosels ($Pb+Zn+Cu > Au+Ag Ss$). Le comportement des éléments mineurs associés analysés aussi par types de concentrés de Pb, Pb Zn, Cu, Py et stérile, ainsi que la variation des teneurs moyennes en Pb, Zn, Cu, Au, Ag calculées des valeurs du potentiel total existant, sont des arguments - jusqu'à la détermination correcte des données radiométriques - pour la même

distribution dans le cadre du schéma temporel adopté (fig.3). On retrouve, d'une autre part, les mêmes observations, dans les aspects concordants concernant l'intensité et/ou l'ampleur du processus, la hauteur des étages - colonnes minéralisées et la tendance de distribution zonale de la minéralisation, aspects qui vont en s'accroissant de manière frappante sur la ligne de migration des processus depuis l'Ouest vers l'Est (M_1 - M_3).

Bibliografie

- ANDREI J., CIUCUR E., CRAHMALIUC R., CRAHMALIUC A., CALOTĂ C., IONESCU F., SCURTU F., BORCOȘ M. (1994) Imagini structurale și metalogenice în zona eruptivă neogenă Baia Mare deduse din date geofizice; Comunicare prezentată la al XVII-lea Simpozion de Fizica Pământului și Geofizică Aplicată, București 24-26 noiembrie 1994, în curs de publicare.
- BORCOȘ M., LANG B., PELTZ S., STAN N. (1973) Volcanism néogene des Monts Gutâi. *Rev. Roum. Géol. Géogr., Géoph. ser. Géol.*, 17, București.
- BORCOȘ M., LANG B. (1973) Le control structural dans la metallogenese néogene des Monts Gutâi. *Rev. Roum. Géol. Géogr., Géoph. ser. Géol.*, 17, 1, București;
- BORCOȘ M., LANG B., GHEORGHITĂ J., BOȘTINESCU S. (1974, 1975, 1976) Neogene hydrothermal aur deposits in the volcanic Gutâi Mountains. *Rev. Roum. Geol. Geophys. Geogr., ser. Geol.* 10, 18, 20, București;
- BORCOȘ M., FOTOPOLOS S., PELTZ S., SOCOLESCU M., STAN N. (1979) Observații preliminare asupra structurii regiunii vulcanice Oaș- Gutâi, dedusă din corelația datelor geologice și geofizice; *Stud. Tehn. Econ., s.I Mineralogie-Petrografie*, nr.16;
- BORCOȘ M., STAN N., UDRESCU C., VASILIU C. (1979) Considerații petrochimice și geochemice asupra vulcanitelor neogene din Munții Gutâi. *St. Tehn. Ec., s.I Mineralogie-Petrografie*, nr.16.
- BORCOȘ M., CRISTESCU Tr., EDELSTEIN O., FOTOPOLOS S., RĂDUȚ M., PELTZ S., STAN N. (1984) Structural scheme of the Oaș-Gutâi Neogene volcanic region. Edit. de Academia Română în " Magmatism and associated metallogenesis during molasse formation", București;
- BREZSYANSKY et al (1989) Harta structurilor orogenice ale Ungariei și zonelor învecinate; sc.1:1.000.000.
- CRAHMALIUC A., CRAHMALIUC R., (1994 a) Modélisation magnétique en 3D de la structure plutonique de Livada; comunicare prezentată la Simpozionul IGCP, Proiect 356: "Plate tectonics and metallogeny in the east Carpathians and Apuseni Mts, iunie 7-19, 1994, Baia Mare, România; în curs de tipărire.
- CRAHMALIUC R., CRAHMALIUC A. (1994 b) Caractéristiques structurales et métallogéniques des roches magmatiques néogènes du secteur de Baia Sprie Est, à l'aide de la modélisation magnétique en 2D; comunicare prezentată la Simpozionul IGCP, Proiect 356: "Plate tectonics and metallogeny in the east Carpathians and Apuseni Mts, iunie 7-19, 1994, Baia Mare, România; în curs de tipărire.
- KOVACS M., EDELSTEIN O., GABOR M., BONHOMME M., PECSKAY Z. (1994) Neogene magmatism and metallogeny in Oaș-Gutâi-Tibleș Mts.; a new approach based on radiometric datings. Comunicare prezentată la Simpozionul IGCP, Proiect 356: "Plate tectonics and metallogeny in the east Carpathians and Apuseni Mts, iunie 7-19, 1994, Baia Mare, România; în curs de tipărire.
- GAVĂȚ I., AIRINEI S., BOTEZATU R., SOCOLESCU M., STOENESCU S., VENCOV I. (1963) Structura geologică profundă a teritoriului R.P.Române. *St. Cerc. Geol. Geof. Geogr., ser. Geofiz.*, 1, p. 7-34.
- LANG B. (1976) Mineralogy and geochemistry of the neogene pyroxene andesites from the northern part of the Gutâi Mountains (Romania). *An. Inst. Geol. Geof.*, XLIX, București.
- MARCOUX E., BORCOȘ M., MARIAN Z., MILESI J.P. (1995) Lead isotope and ore minerals genesis in Baia mare district, Maramureș, Romania. Congres Baia Mare 25-29 august 1995.
- MILESI J.P., BORCOȘ M., GENNA A., STANCIU C., PIANTONE P., ANDREI J., CRAHMALIUC R., MARCOUX E., GĂBUDEANU B., EDELSTEIN O., NEHLIG P. (1993) Geodynamic controls of epithermal mineralization in the Gutâi Neogene volcanic region, Baia Mare Romania. Sub tipar I.G.R.
- NAUMENKO V.I. (1971) Structura adâncă a Depresiunii Transcarpatice; origin. În limba rusă; Naukova Dumka, Kiev.



- RĂDULESCU D., SĂNDULESCU M. (1973)** The plate tectonic concept and geological structure of the Carpathians. *Tectonophysics*, 16/3-4, p.155-161, Amsterdam.
- RĂDULESCU D., SĂNDULESCU M., BORCOȘ M. (1994)** Alpine magmatogenetic map of Romania: an approach to the systematization of the igneous activity. *Rev. Roum. Geol.*, 37, p.3-8.
- SĂNDULESCU M. (1984)** Geotectonica României. Ed.Tehnică, București;
- STANCIU C. (1973)** Hydrothermal alteration of Neogene volcanic rocks from Gutâi Mountains (East Carpathians). *Rev. Roum. Geol. Geoph. Geogr. ser. Geol.*, 17, București;
- TARI et al. (1991)** Harta tectonică a Bazinului Pannonian și a regiunilor învecinate. Sc. 1:400.000.
- VLAD Ș., BORCOȘ M. (1994)** Metallogenesis and plate tectonics in Romania. Field trip guide pentru Proiectul IGCP nr.356: Plate tectonics and metallogeny in the east Carpathians and Apuseni mountains, june 7-19 1994; edited by IGR;
- Lucrări nepublicate:
- ANDREI J., IONESCU F., CIUCUR E., NEDELCU-ION, C. (1970)** Sinteza datelor geofizice din cruptivul neogen al zonei Baia Mare. Raport, arh. I.G.R.
- BORCOȘ M. et al. (1975)** Sinteza geologică asupra masivelor vulcanice Oaș-Gutâi cu aprecierea perspectivei și întocmirea programului de prospecțiune și explorare. Raport, arh.I.G.R.
- BORCOȘ M., GAFTOI F., ȘERBĂNESCU A. (1984)** Studiul izotopic al sulfului, cu privire specială asupra mineralizațiilor hidrotermale neogene din regiunile vulcanice Oaș-Gutâi-ibleș și Toroioaga. Raport, arh.I.G.R..
- BORCOȘ M. et al (1994)** Analiza structurală-metalogenică și gitologică a zonelor vulcanice neogene, cu privire specială asupra determinării condițiilor de acumulare a mineralizațiilor sub nivelul actual de exploatare: Raport, arh. I.G.R.;
- BORCOȘ M. et al (1995)** Cecetări pentru cunoașterea, evaluarea și valorificarea potențialului de substanțe minerale utile metalifere. Raport, arh.IGR.
- CRAHMALIUC R. (1994)** Interpretation des données magnétiques et gravimétriques de la region volcanique néogene des Monts Oaș-Gutâi (Roumanie) a l'aide du logiciel GMI-Pack; Rapport de mission au BRGM du 19 sept. au 15 oct. 1994; arh BRGM Orléans.
- MARCOUX E., NEHLIG P., PIANTONE P. (1994)** Les mineralisations ithermales aurifères polymetalliques du district de Baia Mare (Maramureș,Roumanie); Rapport de mission en Roumanie du 29 Mai au 13 juin 1994; arh BRGM Orléans.
- MILESI J.P., GENNA A., MARCOUX E., PIANTONE P. (1993)** Les mineralisations epithermales (Au-Ag) du district de Baia Mare (Roumanie) dans leur contexte géologique et structural; Rapport de mission en Roumanie du 14 juin au 8 juillet 1993; arhiva BRGM Orléans.
- RĂDULESCU D., SĂNDULESCU M., BORCOȘ M., KRAUTNER H.G., MICU M., PELTZ S., STANCIU C., ȘTEFĂNESCU M. (1987)** Definitivarea schemelor generale de corelare geologică și geofizică în vederea elaborării monografiei Carpaților Orientali. Raport arh.IGR.
- RĂDULESCU D., MĂLDĂRĂSCU I., KLARIK L. (1993)** Studii privind modele și scheme de evoluții magmatice și metalogenetice în zona Munților Gutâi. Raport, arh.IGR.
- RĂDULESCU D., MĂLDĂRĂSCU I., KLARIK L. (1994)** Studii privind modele și scheme de evoluții magmatice și metalogenetice în zona Munților Gutâi. Raport, arh.IGR.



Fig.1 - Carte structurale préliminaire déduite de données géophysiques: 1. - volcanites néogènes au potentiel métallogène réduit pontien sup. -pliocènes; 2. - volcanites néogènes au potentiel métallogène badenien-pannoniennes; 3. - couverture sédimentaire: a. badenien-quaternaire; b. cénomanien-miocène; 4. - nappes piénines; 5. - socle cristallin; 6. - faille; 7.- cordons de gradient de l'anomalie de la gravitation reflétant les lignes de fracture; 8.- nappe de charriage; 9.- failles détectées par sismométrie; 10.- compartiments a. descendus;b. élevés; 11.- sections géophysiques de modélisation; 12.- anomalies aéromagnétiques ou maxima gravimétriques majeurs reflétant de corps plutoniques néogènes.

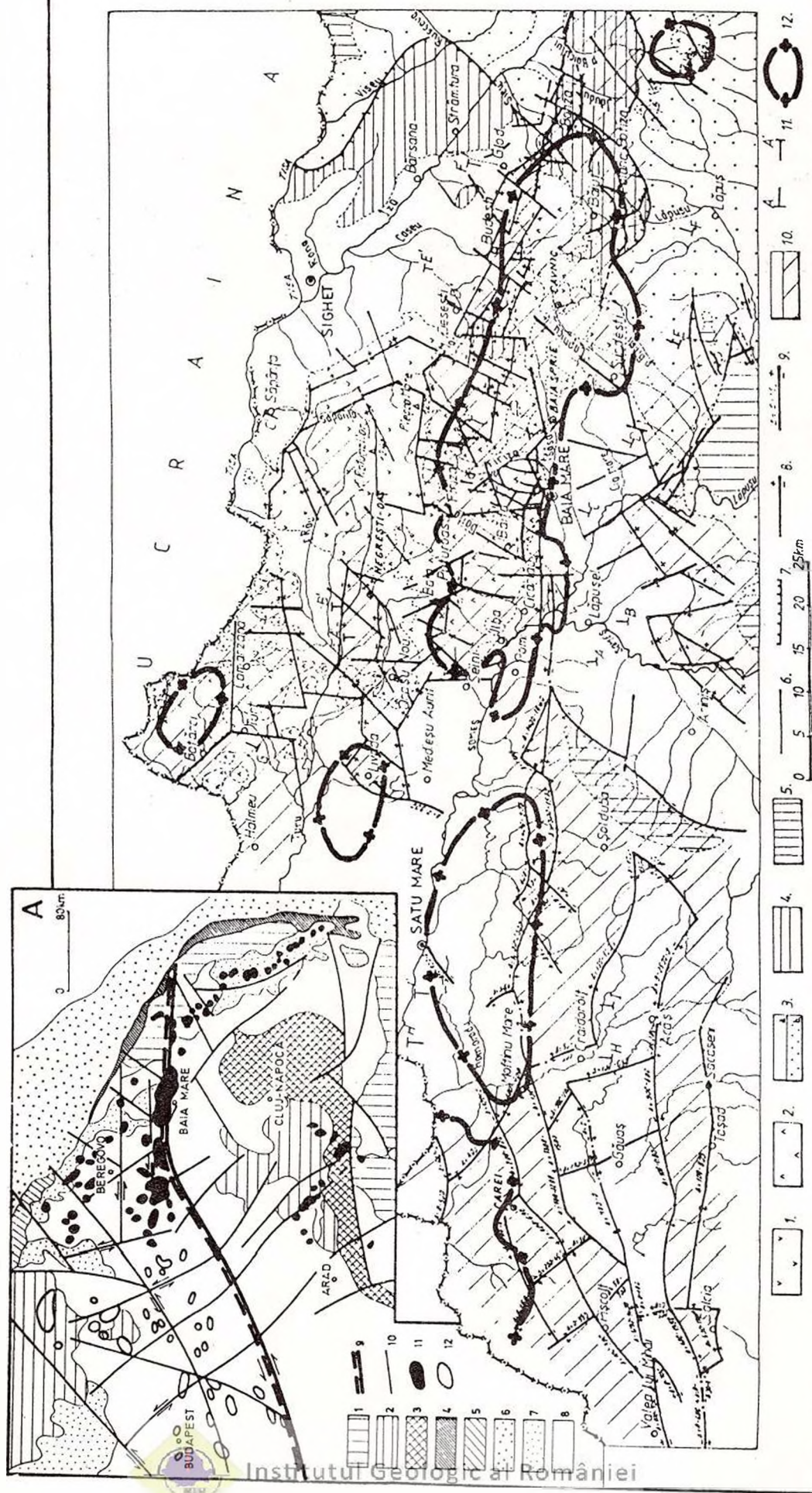
A - Corrélation des éléments structuraux à l'échelle régionale: 1 - Dacides médianes; 2. Dacides internes; 3. Couverture Thétysienne \pm Transylvanides; 4. suture intracontinentale Ceahlau-Severin; 5. Piénides; 6. Moldavides; 7. Volcanites néogènes; 8. Couverture sédimentaire post-tectogénique et molasse tertiaire; 9. Fracture Cărlibaba-Carei; 10. Systèmes de fractures pré-néogènes et prépaléogènes; 11. Corps plutoniques néogènes et structures subvolcaniques partiellement vérifiées; 12. Corps plutoniques supposés.

Fig.2 - Le pluton néogène de Gutâi (section longitudinale): 1. Volcanites néogènes ($V_1 - V_2$) \pm sédimentaire néogène (bn-Pl); 2. sédimentaire néogène (bn-Pl); 3. Sédimentaire paléogène \pm K2; 4. Formations métamorphiques ; 5. Systèmes de fractures pré-néogènes réactivés et/ou alignements tectonomagmatiques (a), structures hypabissiques (b); 6. Systèmes de fractures réactivés (a), alignements tectono volcaniques(b); 7. Pluton néogène; 8. Cornéennes; 9. Fractures minéralisées et/ou alignements métallogéniques M_1, M_2, M_3); 10. Champs miniers ()

Fig.3 - Le pluton néogène de Gutâi (sections transversales obtenues à l'aide de la modélisation magnétique en 2D): 1. molasse néogène; 2. formations sédimentaires paléogènes; 3. socle cristallin; 4. intrusions andésitiques; 5. produits andésitiques extrusives; 6. formations volcano-sédimentaires; 7. le pluton néogène de Gutâi; 8. cornéennes; 9. fractures pré-néogènes réactivées ou pas au Néogène; 10. fractures à rôle métallogène; 11. fractures appartenant à l'alignement majeur Cărlibaba-Baia Mare - Carei.

Fig.4 - La chronologie des événements volcaniques et métallogéniques: 1. molasse néogène; 2. formations volcano-sédimentaires; 3. rhyolites, rhyodacites; 4. dacites; 5. andésites quartzifères, microgranodiorites porphyriques-microgranodiorites; 6. granodiorites-microgranodiorites porphyriques; 7. andésites; 8. basaltes; 9. microdiorites-microgranodiorites.

Fig.5 - Repères de corrélation géologique en relation avec la dynamique de l'activité volcano-tectonique: 1. stade ferro-sulfureux; 2a. stade cuprifère; 2b. séquence plumbo-zincifère-cuprifère; 3. séquence plumbo-zincifère; 4. stade carbonatique; 5a. séquence sulfosels-aurifères; 5b. séquence aurifère; 6. stade final stérile.



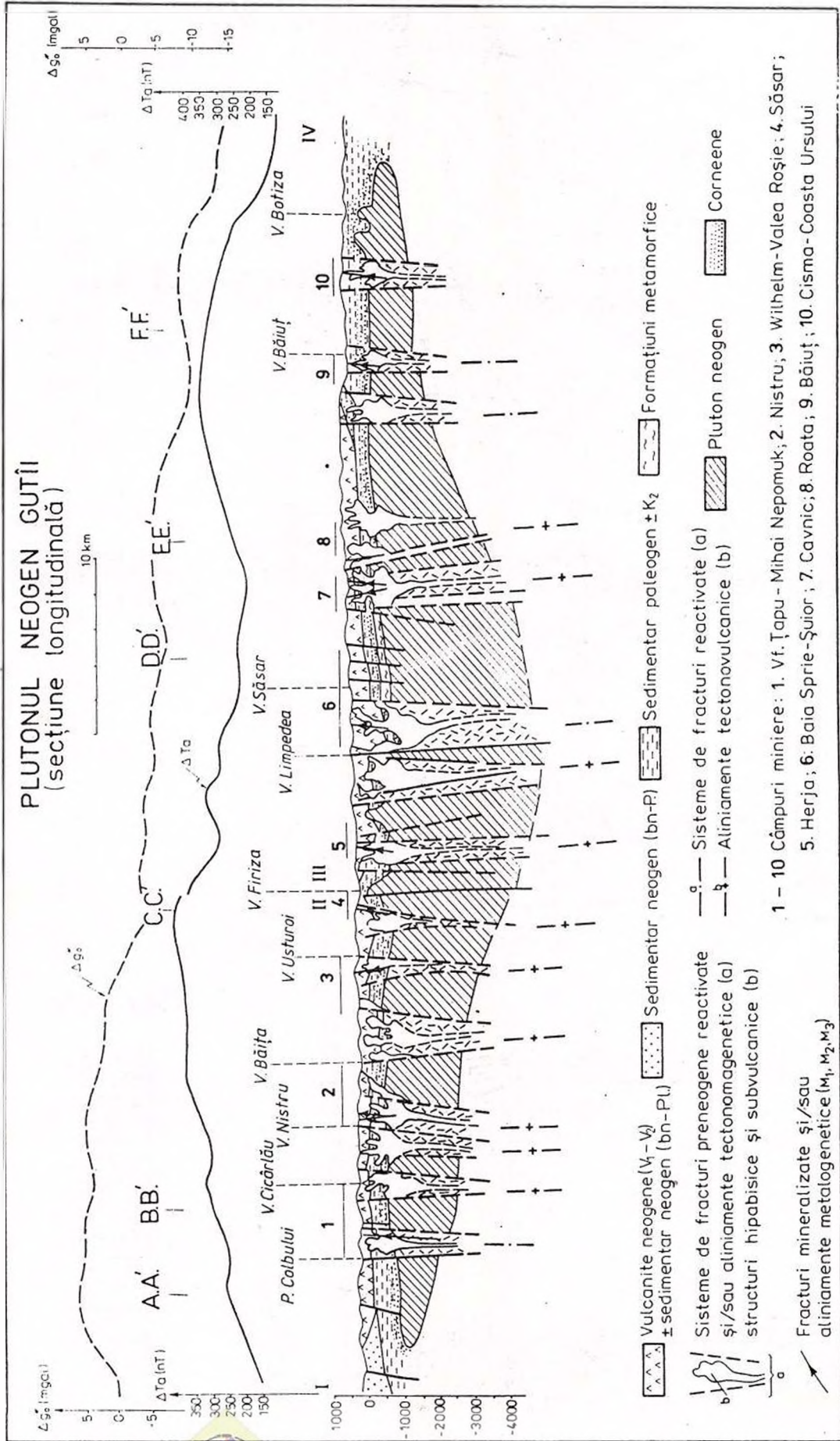


Fig. 2

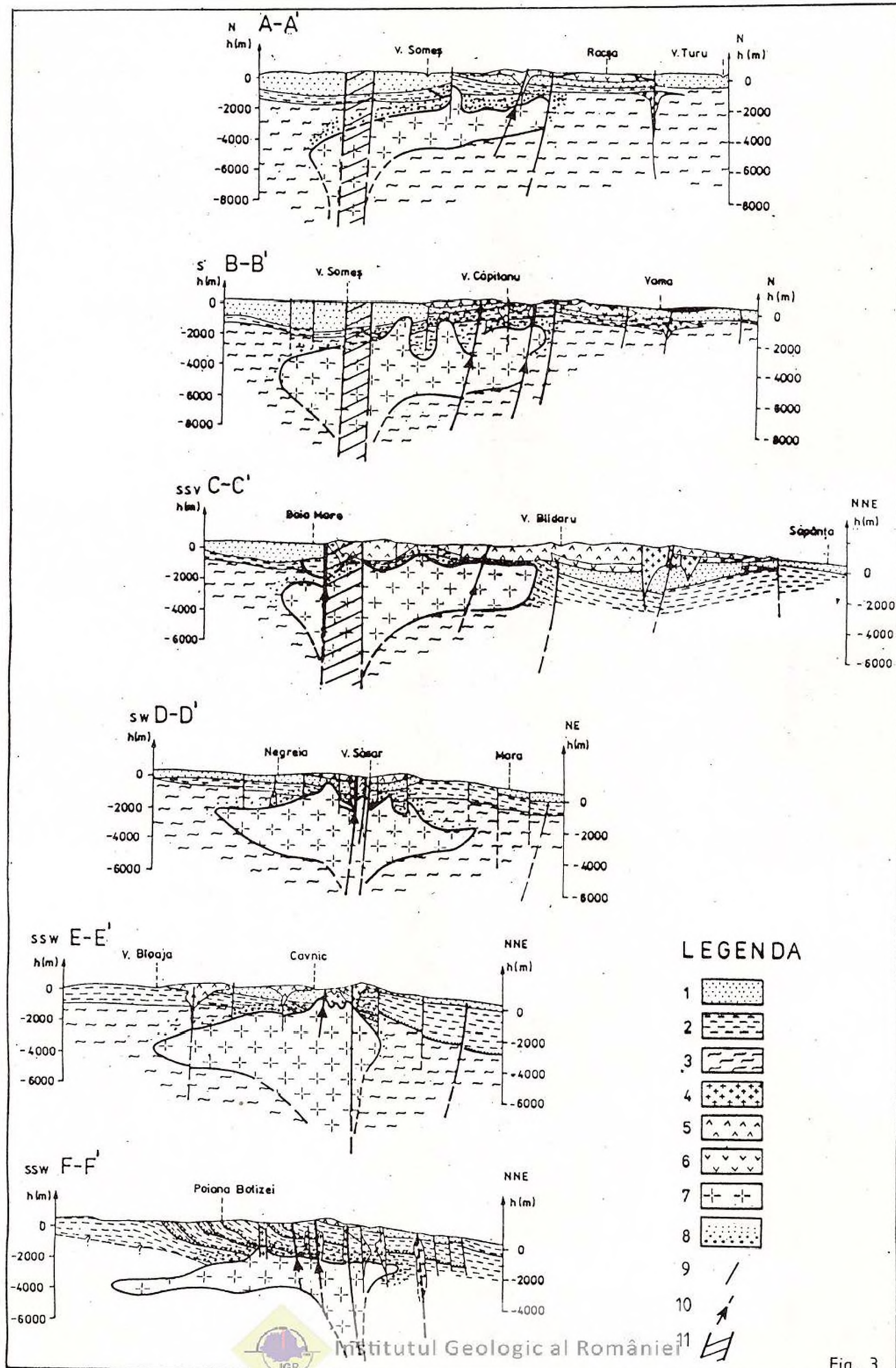
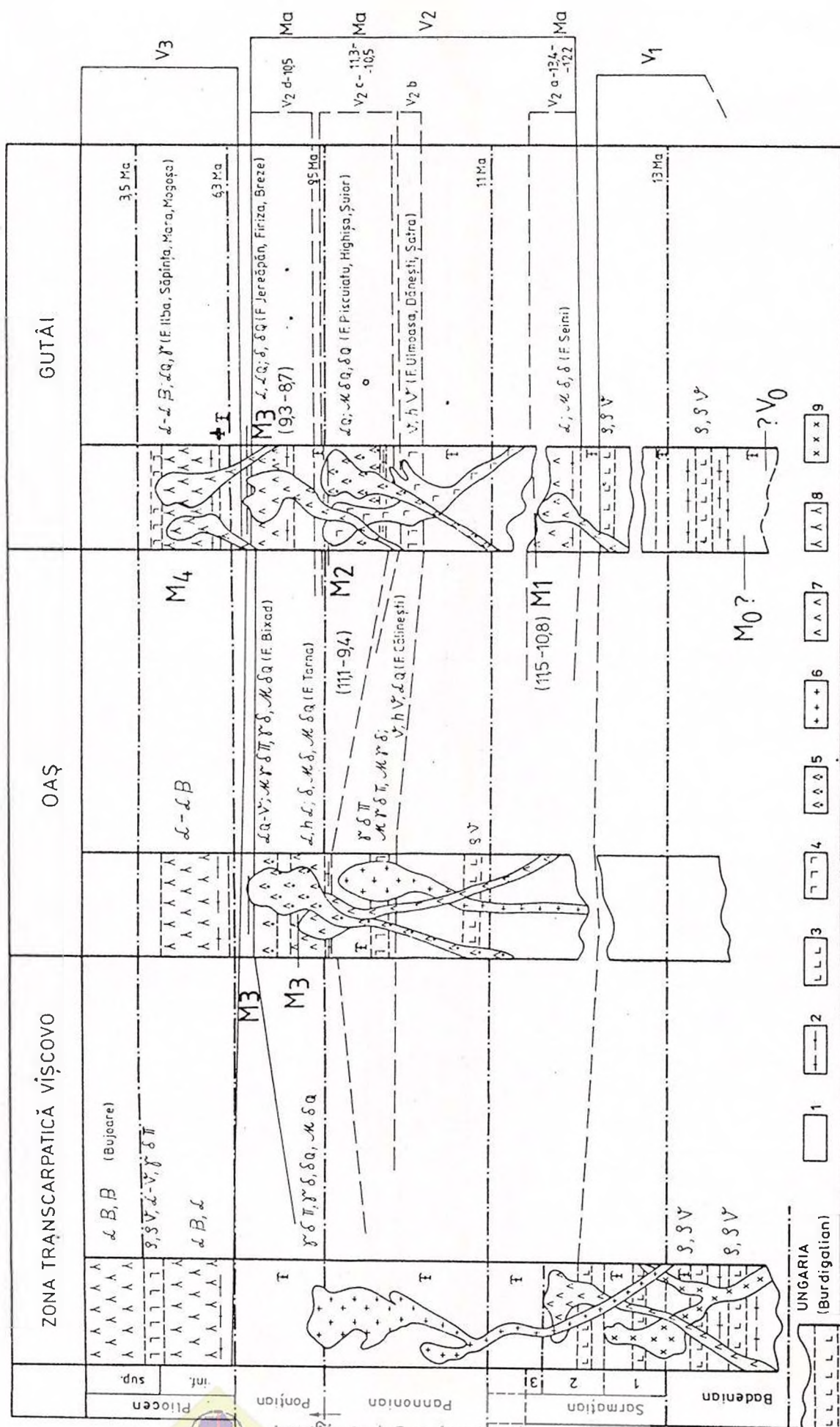


Fig. 3



EVENIMENTE	ILBA	SĂSAR	HEFJA	BAIA SPRIE	ȘUIOR	CAVNIC
Oxidarea Min. Min. St. 6 Falii normale (FN) 	Superficială Sin.-Tarde Min.St.5 FN	- F.intensă în profunzime pe 800 m; - Br.a.(B.) asoc. cu Min. St. 5.	Superficială ?	Superficială FN.post.min.St.5	Superficială FN.Tard. NE-SW FN.Sin. și post. Min.St.5.	Superficială FN. Sin și post Min. St.5
Min. St. 5 ± 6 (? Tip. Bonanza)	Corp.Br. a min. dispus N 180° ce includ frag. cu min. St. 3. Au > 1,5 g/t	- Min.St.3 ± desv. - Br.a.(Br.) - Fil.rubanate cu calced. cu Au,Ag.	Min.St.5 prezentă, neconcludent loca- lizată.	-Min.St.5 la partea superioară a fil. exploatat. -P.Dyke -Br.cu frag.de ame- nist sincrone cu secvență finală. Min.St.3 ± 4 ± 5	-Min.St.5 asoc. fract.senestre -Fil.Q.gri -Br.a. -Br.im. -Stock.laterale	-Min.St. 5 la partea superioară a fil. exploatat.
Min. St. 3 ± 4 ± 5 -	-Min.St.3 dispuse în corp.Br.a. N 180°; -Br.im. ± Stock. laterale Cu < 0,5 % -Fisuri tensiune NE-SW	Relicte Min.St. 3 ± 4 ± 5; rar geode cu stibină.	Min.St.3 ± 4 ± 5 dispuse în fisuri de tensiune asoci- ate fracturilor senestre.	-Br.a.hidr. cu Min. St.3±4 ce includ frag.de BP.negre +Br.im.; -Stock.laterale; -Min.St.3+4 control. de falii polifaz.EW	-Min.St.3 ± 4 control.de decro- șări senestre. -Br.a. -Br.im.	- Min.St.3+4 ? ± 5 dispuse în fisuri de tensiune sub- paralele
Breccia pipe B.P.	BP. poligenice, central cu frag. hydr.; marginal bogate în frag. hydr.		BP. traversate de min. Py.	Falii senestre post BP. BP.negre faliat ante min.St.3 ± 4 ce traversează BP. albe hydr. cu PY.	BP.dispus EW și NS	BP. (?) sau Br.a. traversate de min. St.3 + 4 ± 5
Min. St. 1 + 2 	Fragmente de min. St. 1 + 2 incluse în BP.		Fragmente min. St. 1 + 2 incluse în BP.	Fragmente minerale St. 1 + 2 incluse în BP.	Fragmente minerale St. 1+2 incluse în BP.	Min. St. 1 + 2 în fisuri de tensiune dispuse subparalele.
Elemente STRUCTURALE	- Aliniamente tectono-mecanice; - Fracturi precoc	-Fracturi precoc; - ? Calderă. - Aliniamente tectono-vulcanice	- Aliniament tectono-vulcanic. - Fracturi precoc	-Fracturi precoc	-Fracturi precoc	-Aliniament tectono- vulcanic. Fracturi precoc.

Fig. 5



PROCESE DE GREISENIZARE ASOCIATE GRANITOIDELOR DIN ROMÂNIA (DOBROGEA DE NORD) GREISENISATION PROCESSES ASSOCIATED WITH THE GRANITIDS FROM ROMANIA (NORTH DOBROGEA)

M. TATU, L. ROBU, N. ROBU, A. DOBRESCU.
A. ȘERBĂNESCU, M. STOIAN, C. FEKETE, Ș. ANASTASE

Masivul alcalin de la Turcoaia aflorează în extremitatea sud-vestică a unității alpine de Măcin, parte a orogenului nord-dobrogean. Caracteristică pentru majoritatea masivelor alcaline, deci și pentru cel în discuție, este structura zonată. Astfel, atât cât permit depozitele loesoide observațiile de teren, în zona centrală apar sienite cuarțifere într-o masă de granițe cu riebeckit \pm egirin (cu diferite aspecte textural-structurale), iar la sud-vest și sud această masă de plutonite este bordată de o "centură" de roci hipabisice reprezentate prin riolite alcaline. Acestea din urmă apar și ca filoane de dimensiuni variabile în masa plutonitelor. Pe baza acestui fapt punerea lor în loc a fost considerată ultima manifestare în cadrul evoluției magmatice a masivului. Relațiile difuze între diversele tipuri de granițe sunt un indiciu al unei diferențieri *in situ*. Existența în zona de contact a granițelor și sienitelor a celor doi amfiboli primari caracteristici fiecărui tip (katoforit pentru sienite și arfvedsonit pentru granițe), ambii riebeckitizați, reclamă alături de alte aspecte (cum ar fi "bleb-urile" de compoziție sienitică în granițe, omniprezența hornblendei aciculare, a zonării compoziționale remarcată în megacristalele de hornblendă), procese de "mingling" și "mixing" care s-au desfășurat de-a lungul coexistenței magmelor sienitice cu cele granitice. La rândul lor sienitele cuarțifere prezintă enclave de diverse dimensiuni de roci magmatice mafice, în care au fost remarcate cristale izolate sau șlire de feldspat potasic, o creștere a frecvenței hornblendei aciculare în sienitele din apropierea acestor enclave și frecvente "ovoide" de cuarț cu coroane fine de reacție constituite din amfiboli, biotit, apatit \pm ilmenit. Toate acestea sunt argumente pentru natura profundă a sienitelor și evocă de astă dată coexistența a două magme cu chimism contrastant.

Aspectele mineralogice și geochemice prezente în masivul alcalin post-Carapelit de la Turcoaia sunt caracteristice unui magmatism de tip intra-placă.

The alkaline massif at Turcoaia outcrops in the southwestern extremity of the Măcin Alpine Unit, a part of the North Dobrogea orogen. The zoned texture is characteristic of most of the alkaline massives, hence also of the one mentioned above. Thus, as field observations are scarce because of the poor outcropping, Q-syenites were determined in a riebeckite \pm egirine bearing granite mass in the central part (displaying various structural-textural aspects) and a "belt" of hypabyssal rocks represented by alkaline rhyolites in the southwestern and southern parts of the central plutonite. These rhyolites occur also as veins varying in size within the plutonite mass. Based on this fact their emplacement was considered the last manifestation in the magmatic evolution of the massif. The diffuse relationships among the various granite types point to an *in situ* differentiation. The existence of the two primary amphiboles characteristic of each type (katophorite for syenites and arfvedsonite for granites), both of them riebeckitized in the contact zone of the granites and syenites, implies, besides other aspects (such as the "blebs" of syenitic composition in granites, the acicular hornblende omnipresence, the compositional zonation noticed in the hornblende megacrysts), "mingling" and "mixing" processes that took place during the coexistence of the syenites magmas with the granitic ones. On the other hand, quartz syenites show mafic magmatic rock enclaves varying in size, in which isolated crystals or potassium feldspar schlieren, an increase in the acicular hornblende frequency within syenites close to these enclaves, and frequent quartz "ovoids" with fine reaction coronas consisting of amphiboles, biotite, apatite \pm ilmenite were noticed. All these are arguments in favour of the profound nature of syenites and suggest the coexistence of two magmas of contrasting chemistry.

The mineralogical and geochemical aspects present in the post-Carapelite alkaline massif at Turcoaia are characteristic of an intraplate type magmatism.



În cadrul granitelor cu riebeckit \pm egrin apar zone de dimensiuni variabile cu variații textural-structurale, ale căror contacte sunt difuze, și în care au fost observate asociații mineralogice caracteristice unei metalogeneze de tip greisen cu Sn, Mo, Nb, TR \pm U, Th, suprapuse paragenazelor magmatice. Datele analitice certifică și ele existența proceselor de greisenizare și trădează specializarea metalogenetică a magmatitelor alcaline.

Subordonate ca pondere și subsecvente în raport cu greisenizarea apar slabe mineralizații de sulfuri de Cu, Co și Fe, în care a fost observat și aurul.

Within the riebeckite \pm egrine granites, zones of different size displaying structural-textural variations occur, their contact being diffuse, and in which mineralogical assemblages characteristic of a greisen type metallogenesis with Sn, Mo, Nb, TR \pm U, Th are superposed on the primary magmatic parageneses. The analytical data also attest the existence of the greisenisation processes and reveal the metallogenic potential of the alkaline magmas.

Poor Cu, Co and Fe sulphide mineralizations, in which gold was also noticed, occur subordinately, being subsequent to greisenisation.



BRECII INTRUSIVE ȘI MINERALIZAȚII ASOCIATE MAGMATITELOR ALPINE DIN MUNȚII APUSENI ALPINE INTRUSIVE BRECCIAS AND RELATED MINERALIZATIONS IN THE APUSENI MOUNTAINS

A. ȘTEFAN, E. ROȘU, G. UDUBAȘA, L. NEDELCU, V. PARASCHIVOIU,
V. MILU, S. BOȘTINESCU, S. IAMANDEI, E. IAMANDEI

În Munții Apuseni se cunosc trei epoci magmatice alpine acoperind un larg interval de timp din Jurasic-Cretacic inferior (ofiolite) prin Maastrichtian-Paleogen (magmatite calcoalcaline, "banatite") până în Badenian-Pannonian (vulcanite calcoalcaline neogene) (Planșa I).

Breciile intrusive sunt asociate fiecărei asociații magmatice majore și anume termenilor mai acizi. Există atât brecii mineralizate (aur cu sau fără sulfuri polimetalice, ori numai Pb-Zn, Au-Ag), cât și brecii sterile. Morfologia corpurilor de brecii este variabilă: pipes, dyke-uri, sill-uri sau corpuri neregulate. Materialul care compune breccia (matricea și blocurile) derivă atât din rocile gazdă cât și din roca magmatică generatoare.

Granitoidele eocretacice sunt însoțite de brecii intrusive hidrotermal-magmatice formate pe seama ofiolitelor bazice (curgeri de lave andezitice și bazaltice, piroclastite) care le găzduiesc. În compoziția acestor brecii se mai pot întâlni roci sedimentare și alte roci eruptive. Această breccie conține atât mineralizații de Au și de sulfuri polimetalice ± aur (Băița-Crăciunești) cât și de sulfuri polimetalice (Dealul Mare-Podele). În Valea Lungă breciile intrusive sunt sterile.

Rocile banatitice, puse în loc în cadrul a două stadii principale de evoluție, sunt constituite dintr-o suită extrusivă (ciclul I) și o alta intrusivă. În masivul eruptiv Vlădeasa primul ciclu începe cu andezite (curgeri de lave și corpuri înrădăcinate) cărora nu le sunt asociate brecii intrusive. Ele sunt urmate de dacite însoțite de brecii intrusive atât în Valea Iadului-pârâul Lupului (Vlădeasa de vest) cât și pe văile Anișel, Răcăzel, Răcad (Vlădeasa de est). În ambele arii breciile sunt alterate hidrotermal (epidotizări și impregnații cu pirită). Litologia breciile asociate dacitelor din primul ciclu este complexă: fragmente și blocuri de șisturi cristaline sau roci sedimentare și andezite sunt înglobate împreună într-o matrice dacitică. Procesele de fluidizare au avut o intensitate scăzută, fapt ce explică contururile angulare ale blocurilor și fragmentelor. Totuși, astfel de procese au acționat asupra rocilor sedimentare și au generat brecii alloclastice.

Three major magmatic epochs are known in the Apuseni Mts covering a large time span i.e. from Jurassic-Early Cretaceous (ophiolites) through post Lower Maastrichtian-Paleogene (calc-alkaline magmatites, "banatites") to Badenian-Pannonian (calc-alkaline Neogene volcanics) (Plate I). Intrusive breccias are related to each major magmatic association, rather to felsic members. There are both mineralized (Au with or without base metals or only Pb-Zn, Au-Ag) and barren breccias. The morphology of intrusive breccia bodies is highly variable, i.e. pipes, dykes, sills or irregularly shaped. The breccia materials (matrix and blocks) is derived from both host and generating magmatic rocks.

The Eocretaceous granitoids are accompanied by magmatic hydrothermal intrusive breccias, formed at the expense of basic ophiolitic host (andesitic and basaltic lava flows and pyroclastics). Mesozoic sedimentary rocks and Eocretaceous granitoids may occur as constituents of this breccia. This breccia contains both gold and base metal ± gold ores (Băița-Crăciunești), and base metal ores (Dealul Mare-Podele). Valea Lungă intrusive breccias are barren.

The banatitic rocks show two main evolution stages with an extrusive suite (first cycle) and an intrusive one (second cycle). Within Vlădeasa Massif the first cycle begins with andesites (lava flows and enrooted bodies) which are not associated with intrusive breccias. They are followed by dacitic rocks accompanied by intrusive breccias both at Valea Iadului-Pârâul Lupului (western Vlădeasa) and at Anișel, Răcăzel, Răcad valleys (eastern Vlădeasa). Within both areas breccias are slightly hydrothermally altered (epidote and impregnations with pyrite). The lithology of the first cycle dacites related breccias is complex: fragments and blocks of crystalline schists and/or sedimentary rocks and andesites are bound together in a dacitic matrix. Slight fluidization phenomena, that seldom occur, may explain the rough, angular outlines of blocks and fragments. However, fluidization processes of the sedimentary rocks generated alloclastic breccias.



Cele mai mari corpuri neregulate de breccii intrusive asociate magmatitelor riolitice (ciclul I) sunt sterile și se întâlnesc atât în partea de sud-est a Masivului Vlădeasa cât și spre vest, în bazinele văilor Drăganului și Iadului. Aceste corpuri neobișnuit de mari de breccii intrusive au fost generate de riolitele ignimbritice de Vlădeasa. Ele conțin blocuri rotunjite de șisturi cristaline, calcare, gresii și siltite, precum și andezite, dacite și chiar riolite din corpul principal de Vlădeasa, toate fiind înglobate într-o matrice riolitică, local cu texturi de curgere. Materialul fluidizat și topitura riolitică penetrează ca sill-uri planele de stratificație ale rocilor sedimentare, generând aspecte care "sugerează" o formațiune vulcano-sedimentară.

Riolitele microgranitice din cel de-al doilea ciclu prezintă anvelope de breccii mixte de-a lungul contactelor cu rocile sedimentare cretacice (Borod-Cornișel). Anvelopele conțin concrețiuni pelletale de până la 5-6 cm (valea Mășca-Borod) și arată procese intense de fluidizare. Riolitele autobrecifiate conțin cuiburi de minereu plumbo-zincifer dispuse neregulat (Borod-Cornișel).

La Bucea-Cornișel, pe seama gresiilor triasice, s-au format breccii de fisurare ("crack breccias") însoțite de mineralizații (sulfuri polimetalice). Brecciile intrusive asociate riolitelor microgranitice (ciclul II), care străbat șisturile cristaline (la nord de Scind și inclusiv pe valea Mișinii), sunt constituite din șisturi cristaline (de aceeași compoziție cu cele străbătute), andezite, dacite și în principal riolite; de asemenea se întâlnesc calcare, gresii și siltite. Elementele din breccii (blocuri și fragmente) prezintă diferite grade de rotunjire. În această zonă este evident că a avut loc un puternic proces de fluidizare.

Mineralizațiile de sulfuri \pm aur de pe pârâul Mișinii sunt asociate brecciilor tufacee și constau din pirită și marcasită cu relice de pirotină. Observațiile microscopice corelate cu analizele spectrale ($\text{Sn}=1000$ ppm) au pus în evidență prezența unui mineral de staniu (cassiterit?).

În partea de nord-est a masivului Gilău, riolitelor microgranitice de la Dumbrava-Căpușu Mic le sunt asociate breccii intrusive sterile.

Brecciile intrusive asociate dacitelor din cel de-al doilea ciclu banatic în Valea Muntelui (la nord-vest de Colțești, Mții. Trascău) sunt constituite în principal din roci dacitice sau cuarț-andezitice precum și din șisturi cristaline de tipul celor care găzduiesc structura magmatică. Deși foarte rar prezente, se întâlnesc totuși concrețiuni pelletale (2-3 mm diametru). Contururile blocurilor și fragmentelor sugerează că procesele de fluidizare au fost slabe.

Vulcanitele neogene sunt însoțite de numeroase și diverse tipuri de breccii. Studiile detaliate arată că unele breccii au fost greșit atribuite piroclastitelor sau for-

The largest irregularly shaped intrusive breccia bodies, related to rhyolitic magmatites (1st cycle) are barren and come to sight in the southeastern side of the Vlădeasa Massif and also towards west, in the Drăganului and Iadului valleys. These huge intrusive breccia bodies were generated by Vlădeasa ignimbritic rhyolites. These breccias contain rounded blocks of crystalline schists, limestones, Senonian sandstones and siltstones as well as andesites, dacites and rhyolites even from the main Vlădeasa body, all of them cemented with a rhyolitic matrix locally showing flow structures. The fluidized material and the rhyolite melt penetrated as sills into the bedding planes of sedimentary rocks giving rise to aspects resembling a volcano-sedimentary formation.

The second cycle microgranitic rhyolites display envelopes of mixed breccias along contacts with Cretaceous sedimentary rocks (Borod-Cornișel). The envelope contains pelletal concretions up to 5-6 cm in size (Mășca-Borod) and shows intense fluidization processes. Self brecciated rhyolites contain irregularly spread Pb-Zn ore pods (Borod-Cornișel). Crack breccias related to mineralizations ((base metals) were formed on Triassic sandstones (Cornişel-Bucea). Intrusive breccias related to microgranitic rhyolites (second cycle) that pierce crystalline schists (Nord Scind-Mișinii Brook) are constituted of crystalline schists (the same as pierced), andesites, dacites and mostly rhyolites, and also limestones, sandstones and siltstones. The elements (blocks and fragments) have different grades of rounding. There is evidence of strong fluidization processes.

Base metals \pm gold mineralizations at Mișinii Brook are related to tuffaceous breccias and consist of pyrite, marcasite with pyrrhotite relicts. Microscopic observation correlated with spectral analyses ($\text{Sn} = 1.000$ ppm) made obvious a Sn mineral (cassiterite?).

In the northern side of the Gilău massif, at Dumbrava-Căpușu Mic, intrusive breccias related to microgranitic rhyolites are barren.

Intrusive breccias related to second cycle dacites at Valea Muntelui (north-westward from Colțești, Trascău Mts) are mostly constituted of dacitic (or quartz-andesitic) rocks and crystalline schists like those hosting the entire magmatic assemblage. Although very seldom noticed, pelletal concretions (2-3 mm in size) certainly occur. Blocks and fragments are mostly suggesting that only slight fluidization processes could have been involved.

The Neogene volcanics display the most numerous and highly diversified breccia types. Detailed studies showed that some breccias were mistaken either for pyroclastics or volcano-sedimentary formations (Zarand, Bucium, etc.). The rhyodacite-dacite rocks (as at Roșia Montană) are accompanied by multistage explo-



formațiunilor vulcano-sedimentare (Zarand, Bucium, etc.). Rocile riodacitice-dacitice (ex. Roșia Montană) sunt însoțite de brezii intrusive și de explozie formate în mai multe stadii. Uneori în breziile timpurii au fost întâlnite pellete (1–2 cm diametru). Atât breccia pipes, cât și filoanele subțiri cu material fin, fluidizat, numite local "chingă" (Roșia Montană) constituie locurile preferențiale de concentrare a minereului aurifer.

Fierberea retrogradă a fluidelor asociate unor corpuri subvulcanice andezitice împreună cu fluidizarea au avut un rol esențial în mecanismul de formare a breziilor. Mineralizații importante asociate acestor brezii intrusive apar la Stănița, Bocșa-Săcărâmb, Coranda-Hondol (Pb, Zn) și Baia de Arieș, Caraciu (Au).

sion and intrusive breccias. Pelletization of early breccias was frequently observed and pellets up to 1–2 cm in size are locally present. Both breccia pipes and thin veins filled up with fluidized material, locally named "chingă" (Roșia Montană), are the preferred concentration loci for the gold ores. Second boiling processes underwent by magmatic melt played an essential role in breccias related to andesitic subvolcanic body evolution. In such cases fluidization processes were the leading mechanism of formation. Important mineralizing systems occurred in relation to intrusive breccias at Stănița, Bocșa-Săcărâmb, Coranda-Hondol (Pb-Zn ores) and Baia de Arieș, Caraciu (gold ores).

(after Borcos et al., 1976; Stefan et al., 1988; modified and with additional data)



BRECII INTRUSIVE NEOGENE ȘI METALOGENEZA ASOCIATĂ DIN REGIUNEA BAI A MARE NEOGENE INTRUSIVE BRECCIAS AND RELATED METALLOGENESIS IN THE BAI A MARE AREA

L.NEDELICU, E.ROȘU, C.COSTEA, Ș.ANASTASE, C.UDRESCU, I.VANGHELIE

În cadrul magmatitelor neogene din Baia Mare sunt cunoscute mai multe structuri de breccii intrusive, dintre care, în prezentul studiu, au fost abordate structurile Borzaș, Kelemen și Socea. Fiecare structură prezintă particularitățile sale sub aspectul sursei generatoare, poziției față de aceasta, morfologiei și compoziției litologice, precum și a evoluției parametrilor fizico-chimici ai fluidelor.

1. *Structura Kelemen* este amplasată în roci sedimentare de vârstă paleogenă, badeniană și sarmatiană, în partea apicală a unui corp subvulcanic superficial, alcătuit din andezite-microdiorite cu piroxeni.

Morfologia corpului de breccie este de coloană verticală cu secțiune eliptică, corpul fiind constituit preponderent din elemente de roci sedimentare și, subordonat, din andezite-microdiorite. Contactele externe ale coloanei de breccii sunt nete, trecând, spre interior, de la o breccifiere avansată la una slab exprimată, cu elemente de dimensiuni metrice.

Corpul de breccii a fost generat de destinderea bruscă a fluidelor magmatice acumulate în cupola subvulcanului prin procese de fierbere retrogradă. În ansamblu, evoluția sistemului ar fi fost următoarea:

- scăderea temperaturii concomitent cu depunerea secvențială, într-un domeniu de temperatură cuprins între 500–350°C, a principalelor asociații de minerale din sistemul Fe-Zn-Cu-S, domeniu sugerat atât de morfologia piritei, cât și de relațiile reciproce dintre incluziunile de sfalerit și calcopirită;

- etape repetate de breccifiere în decursul procesului mineralizator, datorate, probabil, atât unor episoade de fierbere retrogradă, cât și unor procese de rambleiere a materialului. Aceste etape sunt sugerate de dezechilibrele existente la nivelul paragenzelor minerale din sistemul Fe-Zn-Cu-S (exsoluții în sfalerit) și ale izotopilor de sulf în perechi de sulfuri;

- deschiderea sistemului, spre partea finală a procesului, însoțită de destindere adiabatică, breccifiere și scăderea bruscă a temperaturii până la circa 200°C, moment marcat de apariția mackinawitului, a paragenzelor de temperatură scăzută cu sulfosăruri, a unei pirite cu structură "afănată", neorientată, a incluziunilor globulare de argint, precum și de creșterea conținutului de Tl din pirite.

Nowadays many intrusive breccia structures as part of Neogene magmatites in the Baia Mare region are known. Among these ones, Borzaș, Kelemen and Socea structures are very interesting because of their peculiarities concerning magmatic source, their relative position to this source, the morphology and lithology as well as the evolution of the mineralizing process.

1. *Kelemen structure*. This structure is developed within sedimentary rocks of Paleogene, Badenian and Sarmatian ages, on the top of the shallow subvolcanic body of pyroxene bearing andesites-microdiorites. The breccia morphology is of column-shaped ("pipe" or "chimney") type this body being preponderantly constituted of sedimentary rocks and subordinately of andesites-microdiorites.

Outer borders of the breccia column are very clear, the breccification process decreasing towards the inner part.

The breccia body was generated by the detente of magmatic fluids accumulated at the subvolcano cupola by second boiling process.

The following hydrothermal system evolution was presumed for Kelemen structure:

Temperature lowering into a range of 500–350°C, simultaneously with sequential deposition of the main mineral association of the Fe-Zn-Cu-S system, range suggested both by pyrite morphology and by mutual relationships between sphalerite and chalcopyrite inclusions.

Recurrent breccification stages during mineralizing process probably due to both second boiling episodes and filling up processes. These stages are suggested by lack of equilibrium among mineral parageneses in the Fe-Zn-Cu-S system (i.e. exsolutions in sphalerite), as well as of the sulphur isotopes in the sulfide pairs.

System opening towards final part of the process, accompanied by adiabatic detente breccification and rapid temperature lowering till 200°C roughly. This moment is marked by coming out of mackinawite, of low temperature sulfosalts bearing parageneses of pyrite with disordered structure, of silver globular inclusions as well as of increasing of Tl content in the pyrite.



2. *Structura Socea.* Brecciile intrusive din această structură sunt asociate unui corp subvulcanic de andezite -microdiorite și prezintă morfologii variate: coloane (Afinetele Mare, Socea Mică) sau dyke-uri în spațiul unor fracturi filoniene (Filonul 2). Coloanele de breccii sunt localizate atât în produsele extrusive-efuzive din acoperișul intruziunii subvulcanice (Afinetele Mare) cât și în interiorul acesteia (Socea Mică). Brecciile sunt constituite din fragmente angulare și/sau rotunjite de andezite piroxenice de tip Socea și de elemente de marne negre, ușor cornificate.

Ca și în cazul structurii Kelemen, "motorul" care a generat corpul de breccii îl constituie fluidele de origine magmatică. Evoluția procesului urmează aceeași tendință cu cea de la Kelemen, cu deosebirea că, fie fluidele din sistemul Socea au fost mai sărace în Cu și Fe, fie că depunerea sfaleritului a început la temperatură mai scăzută (vezi conținutul scăzut de moli FeS în sfalerit și prezența sporadică a exsoluțiilor de calcopirită), cuprinsă între 300–500°C, în acord cu datele microtermometrice (Cioroianu et al., 1977), cât și cu cele privind morfologia piritei. Aceasta din urmă indică și o concentrare relativ scăzută a fluidelor mineralizatoare.

Procesul evoluează rapid spre temperaturi scăzute (200°C), cu depunerea sulfosărilor, tendința de reținere a taliului în rețeaua piritei și apariția formelor de piritoedru, încheindu-se cu depunerea de cinabru și realgar.

3. *Structura Borzaș* s-a format ca efect al unor procese de explozie al căror "motor" au fost fluidele cu originea într-o cameră magmatică superficială, forța acestora fiind, probabil, amplificată de un proces de vaporizare bruscă a apei din porii rocilor sedimentare suprajacente. Acest proces este sugerat de "fisurarea" andezitelor cuarțifere în blocuri de dimensiuni variabile, cimentate cu o matrice litocristaloclastică, în ansamblu corpul de breccie prezentând o morfologie neregulată. Această structură "afănată" a facilitat procese hidrometasomatice intense, care au condus la invadarea și substituirea aproape completă a elementelor și matricei prin adular. În stadiul tardiv, s-a trecut la o alterație de tip argilic. Metasomatoza potasică (procesul de adularizare) a constituit un mediu excelent pentru depunerea mineralizației auro-argentifere. Datele privind mineralizația din corpul de breccii Borzaș sugerează că procesul mineralizator s-a realizat în două stadii, evidențiate prin bimodalitatea tendințelor morfologice ale piritei, a concentrației și temperaturii fluidelor, precum și prin bimodalitatea distribuției unor elemente minore în pirită. Aceste stadii ar reprezenta secvențe temporale ale unui proces unitar, în care fluidele mineralizatoare au evoluat într-un domeniu relativ restrâns de temperatură

2. *Socea structure.* The intrusive breccias of this structure are tied to a subvolcanic body of andesites-microdiorites. They present various morphologies, as follows: columns (Afinetele Mare, Socea Mică) and dykes within the space of vein fracture (Vein 2). The breccia columns are localized both in the extrusive-effusive produces from the hanging wall of the subvolcanic intrusion (Afinetele Mare) and within it (Socea Mică).

The breccias are formed by angular and/or rounded fragments of pyroxene andesites (Socea type) and by elements of black marls that supported an weak thermic metamorphism.

As in case of the Kelemen structure the generator of the breccia bodies is represented by fluids of magmatic origin. The process evolution follows the same trend as that of Kelemen with the difference that the fluids of the Socea system were either Cu and Fe poor, or the sphalerite deposition started at a lower temperature moment (see the low content of FeS mole in sphalerite and the sporadic presence of the chalcopyrite exsolutions). That moment is placed within a temperature range comprised between 300 and 500°C according to microthermometric data (Cioroianu et al., 1977) and those of the pyrite morphology, the late ones reflecting a low concentration of the mineralizing fluids.

The process quickly evolves to low temperatures (200°C) marked by the sulfosalts deposition, by thallium trapping in the pyrite crystalline network and by appearance of the pyritohedron forms, ending with the cinnabar and realgar deposition.

3. *Borzaș structure.* This structure is the effect of some explosive processes whose "motor" were the fluids originating in a shallow magmatic chamber, their force probably being amplified by a sudden "vaporization" of the pore water of the hanging wall sedimentary rocks. This process is suggested by the fissuring of the quartz-andesites in the blocks cemented by the lithocrystalloclastic matrix, on the whole, the breccia body showing an irregular morphology. The breccia structure facilitated intense hydrometasomatic processes that led to the nearly complete substitution of elements and matrix by adular, passing into a late stage argillic-type alteration. The potassic metasomathosis (adularisation process) constituted an excellent medium for the deposition of the auro-argentiferous minearalization. All the data regarding the mineralization of the Borzaș breccia body suggest that the mineralizing process took place into two stages reflected by bimodality of the pyrite morphologic trend, concentration and temperature of the fluids, as well as by bimodality of the distribution of some pyrite trace elements. These stages would represent temporal sequences of unitary process, in which

Stage	Process	Process evolution	Mineral thermometer	Pyrite morphologic trend	Supersaturation temperature domain (S-T)	Fluid	Metallogenetic evolution of the intrusive breccia structures		
							Kelemen	Socea	Borzaş
Hydrothermal	<div>System opening</div> <ul style="list-style-type: none"> - equilibration within Fe-Zn-Cu-S system 		py-framboids py-mc Ag-globular inclusions Tl-high content (in py) mkw	C-P	$S_M - T_L(?)$ $T = 200^\circ - 100^\circ\text{C}$	Solutions of low temperature	Sulfosalts ± Au, Ag	Sulfosalts ± Au, Ag	Au, Ag
	<div>Recurrent breccifications</div> <ul style="list-style-type: none"> - lack of equilibrium of the mineral parageneses within Fe-Zn-Cu-S system - lack of equilibrium of the sulphur isotopes 		sph-stars in cpy ap	C-P	$S_M - T_H$ $T = 350^\circ - 200^\circ\text{C}$	Solutions + gas of high-moderate temperature	Pb, Zn, Cu	Pb, Zn, Cu	Fe-poor sphalerite
Magmatic	<div>Breccification</div> <ul style="list-style-type: none"> - main mineral deposition within Fe-Zn-Cu-S system 		ap	C-O-P ± {hkl}	$S_M - T_H$ $T = 500^\circ - 350^\circ\text{C}$	Solution of high temperature	Pb, Zn, Cu	Pb, Zn, Cu	
					$T \sim 800^\circ - 700^\circ\text{C} \rightarrow 500^\circ\text{C}$	Solutions + gas of supercritical temperature			

Abbreviations: ap-apatite, cpy-chalcopyrite, mc-marcasite, mkw-mackinawite, py-pyrite, sph-sphalerite
 C-cube, O-octahedron, P-pentagonal dodecahedron, {hkl} forms
 S-supersaturation, T-temperature, H-high, M-moderate, L-low

Figure. Hypothetical evolution scheme of the intrusive breccia systems in the Baia Mare region

(220⁰–180⁰C), concomitent cu creșterea relativă a concentrației fluidelor. Conținuturile mari de taliu, cât și cele de argint (inclus sub formă globulară) din pirită confirmă acest domeniu de temperatură scăzută. Caracterele termodinamice respective plasează sistemul Borzaș spre partea finală de evoluție a sistemelor de breccii intrusive de la Kelemen și Socea (Figura) și explică atât poziția sa superioară în raport cu aceste structuri, cât și predominanța mineralizației auro-argentifere.

the mineralizing fluids evolved into a limited temperature range (220⁰-180⁰C) concomitantly with the relative increasing of the fluid concentration. The high contents of thallium as that of silver (included as globules) in pyrite confirm this low temperature domain. These thermodynamic characters place the Borzaș system to the final part of the evolution of the Kelemen and Socea intrusive breccia systems (Figure) and explain both its upper position in comparison with these structure and the prevalence of the auro-argentiferous mineralization.

ZONELE DE ALTERARE HIDROTERMALĂ INTERCEPTATE DE FORAJE ÎN VULCANITELE NEOGENE DIN CARPAȚII ORIENTALI HYDROTHERMAL ALTERATION ZONES INTERCEPTED BY BOREHOLES IN THE NEOGENE VOLCANICS OF THE EAST CARPATHIANS

C. STANCIU

O trăsătură caracteristică a activității postmagmatice din Munții Călimani-Gurghiu-Harghita o constituie largă varietate de produse formate în condiții genetice extrem de diferite în timpul evoluției sistemelor postmagmatice: de la alterații \pm mineralizații de tip "porphyry", care au o largă răspândire, se trece la un sistem epitermal (filonian, cu sulfuri polimetalice, bine individualizat la Stânceni sau impregnații cu cinabru la Ivo-Cocoizaș și Sântimbru), urmat de o manifestare postvulcanică de tip sulfatarian-hidrotermal metasomatic (sulf în caldera Călimani) și sulfatarian activ (la Turia).

Elaborarea prezentului studiu este bazat pe datele provenite din cercetarea forajelor amplasate în următoarele structuri:

A characteristic feature of the postmagmatic activity in the Călimani - Gurghiu - Harghita Mts is the wide variety of products formed under quite different genetic conditions during the evolution of the postmagmatic systems: from the widespread porphyry-type alteration \pm mineralization, to an epithermal system (vein system with base-metal sulphides, well individualised at Stânceni, or cinnabar at Ivo-Cocoizaș and Sântimbru) followed by a post-volcanic development of sulfatarian-hydrothermal metasomatic (sulphur in the Călimani caldera) and active solfatarian (at Turia) type.

The elaboration of the present study is based on data provided by the survey of the boreholes located in the following structures:

Structure	Number of wells		
	structural	of medium depth	of shallow depth
SOUTH GURGHIOU MTS			
Seaca - Tătarca crater	1	1	—
Șumuleu crater	1	4	—
Fierăstraie crater	—	2	—
HARGHITA MTS			
Ostoroș crater	2	9	5
Ivo-Cocoizaș crater	—	6	9
Vârghiș crater	—	7	—
Băile Harghita extracraterial zone	1	—	—
Băile Sântimbru extracraterial zone	1	—	1

Pentru fiecare structură în parte sunt prezentate cronologia produselor eruptive, condițiile structural genetice în care apar produsele de alterare, precum și aprecieri privind potențialul metalogenetic; pentru reprezentarea grafică, căreia i s-a acordat o atenție deosebită, au fost întocmite coloane litologice și de alterare hidrotermală, la scara 1:2.000, obținându-se o imagine cartografică unitară.

S-a constatat că din punct de vedere structural, în toate situațiile analizate s-a interceptat o formațiune stratovulcanică (compartimentul superior) andezitică dezvoltată până la adâncimea de 1200 m (după informațiile forajelor structurale) cu caracter subordonat dacitic (Ostoroș și Vârghiș) și străpunsă de nume-

For each structure we presented: chronology of the eruptive products, genetic structural conditions under which the alteration products occur, as well as estimations on the metallogenetic potential; for the graphic representations (to which special attention was paid), lithostratigraphic and hydrothermal alteration columns were elaborated, scale 1:2,000, a unitary cartographic image being obtained.

It is of note that, from the structural point of view, in all studied situations a stratovolcanic (upper compartment) andesitic formation was intercepted developed up to 1.200 m (according to structural drilling data), which displays a subordinate dacitic character (Ostoroș and Vârghiș) and is penetrated by numerous



roase corpuri mici de andezite, microdiorite porfirice, microdiorite sau chiar diorite (Vârghiș); în craterul Fierăstraie a fost interceptată și formațiunea vulcano-sedimentară (compartimentul inferior).

Comparând produsele de alterare hidrotermală interceptate de foraje din Munții Harghita cu cele din masivul Gurghiu se constată atât existența unor similitudini cât și prezența unor aspecte specifice, proprii ariilor din Harghita:

– *Aspecte comune:* a) alterații și mineralizații generate de procese intrusiv (din care unele sunt de tip porphyry) de la suprafață până la adâncimea de 1200 m, care sunt bine reprezentate în craterul Ostoros și caldera Ivo-Cocoizaș (Munții Harghita), comparabile cu cele dezvoltate în structurile Șumuleu și Fâncel-Lăpușna din Munții Gurghiu; b) faciesurile de alterare sunt asemănătoare și prezintă o dezvoltare în jurul apofizelor intrusiv cu tendință zonală, ceea ce conferă ansamblului hidrometasomatic un aspect recurent; c) fondul petrografic inițial este reprezentat prin roci proaspete cu transformări incipiente sau roci propilitice de natură autometamorfică; d) activitatea hidrotermală s-a manifestat în cadrul compartimentului superior.

– *Aspecte specifice:* a) în zonele de tip porphyry o intensă activitate a borului, legată de un stadiu pneumatolitic tardiv, a determinat formarea rocilor turmalinice și a filoanelor cu turmalină + cuarț, bine reprezentate în partea nordică a Munților Harghita, în structurile Ostoros și Ivo-Cocoizaș; spre sud aceste produse diminuează mult, apărând ca ocurențe mici și sporadice la Vârghiș și Băile Sântimbru; b) unele depozite de andezite argilizate au dezvoltări importante și constituie obiectiv de exploatare la Băile Harghita; c) existența unei mineralizații (tip fisural și impregnație) cu cinabru (la Ivo-Cocoizaș și Sântimbru).

Produsele de alterare din Munții Gurghiu de sud și Harghita se grupează în două mari categorii:

a) produse generate de sisteme intrusiv, care se găsesc în numeroase intervale situate de la suprafață până la adâncimea de 1200 m; seria de alterare completă de neoroci este: biotitice-cloritice-potasiu-feldspatice-sericitice-carbonatice-argilice-silicice-turmalinice; corelarea dintre intruziuni și alterarea hipogenă este evidentă în unele structuri din Munții Gurghiu de sud și partea nordică a Munților Harghita; cele de la Șumuleu, Ostoros, Ivo-Cocoizaș au parametri corespunzători sistemului, porphyry, rocile biotitice din craterul Șumuleu se asociază cu o mineralizație diseminată de Cu, iar cele din craterul Ostoros se asociază cu o mineralizație diseminată de Zn-Pb > Cu; rocile cloritice din caldera Ivo-Cocoizaș conțin o mineralizație cuprifera diseminată;

b) faciesurile de alterare afiliate intruziunilor sunt succedate de produsele de tip epitermal (argilizări +

bodies (with variable sizes) of andesites, porphyry microdiorites, microdiorites or even diorites (Vârghiș); in the Fierăstraie crater the volcano-sedimentary formation (lower compartment) was also intercepted.

A comparison of the hydrothermal alteration products intercepted by boreholes in the Harghita Mts with those in the Gurghiu Mts stresses out both the existence of certain similarities and the presence of specific aspects proper to the Harghita area.

– *Common aspects:* a) alterations and mineralizations generated by intrusive processes (some of which are of porphyry type) from the surface to a depth of 1200 m, well represented in the Ostoros crater and the Ivo-Cocoizaș caldera (Harghita Mts), and comparable with those developed in the Șumuleu and Fâncel-Lăpușna structures in the Gurghiu Mts; b) the alteration facies are almost similar and they are developed around the intrusive apophyses with a zonal trend, which gives the hydrometasomatic assemblage a recurrent aspect; c) the initial petrographic bulk is represented by fresh rocks with incipient alterations or propylitic rocks of autometamorphic origin; d) the hydrothermal activity developed within the upper compartment.

– *Specific aspects:* a) in the porphyry-type zones, an intense boron activity, related to late pneumatolytic stage, resulted in tourmaline rocks and tourmaline + quartz veins, well represented in the northern part of the Harghita Mts in the Ostoros and Ivo-Cocoizaș structures; southward, these products diminish, appearing as small and sporadic occurrences at Vârghiș and Băile Sântimbru; b) some argillized andesite deposits are quite developed and are being exploited at Băile Harghita; c) the existence of a cinnabar mineralization (of fissure and impregnation type) at Ivo-Cocoizaș and Sântimbru.

The alteration products in the South Gurghiu and Harghita Mts are grouped into two categories:

a) products yielded by intrusive systems which occur in numerous intervals situated up to a depth of 1200 m; the complete neorocks alterations series is: biotitic-chloritic-potassium-feldspathic-sericitic-carbonatic-argillic-silicic-tourmalinic; the correlation between intrusions and hydrothermal alteration is evident in some structures in the South Gurghiu Mts and in the northern part of the Harghita Mts; the structures occurring at Șumuleu, Ostoros, Ivo-Cocoizaș display parameters corresponding to the porphyry-type system; the biotitic rocks in the Șumuleu crater are associated with a Cu-disseminated mineralization and those in the Ostoros crater are associated with a Zn-Pb-Cu-disseminated mineralization; the chloritic rocks in the Ivo-Cocoizaș caldera contain a Cu-disseminated mineralization;

b) the alteration facies related to the intrusions are



silicifieri), situate în apropierea suprafeței, care cantonează impregnațiile și filonașele cu cinabru de la Ivo-Cocoizaș și Sântimbru și care la Băile Harghita constituie un mare depozit argilitic (în exploatare).

În figură este prezentat un model al alterației hidrotermale în structura Ivo-Cocoizaș care este parțial valabil (exceptând produsele zonei cinabrifere) și pentru structura Ostorog.

Considerăm că gradul de cunoaștere al efectelor hidrotermale și valorificarea acestora, așa cum a fost realizată până în prezent, nu este epuizată, structurile Ivo-Cocoizaș, dar mai ales Șumuleu și Ostorog având premise favorabile pentru cercetarea printr-o activitate minieră.

succeeded by epithermal (argillizations + silicifications) type products, situated near the surface, which host the Ivo-Cocoizas and Sântimbru cinnabar impregnations and veins; at Băile Harghita they constitute a large argillitic deposit (in operation).

Figure presents a model of the hydrothermal alteration zonality in the Ivo-Cocoizas structure which is partially (excepting the products of the cinnabar zone) valid for the Ostorog structure.

We consider that the degree of knowledge of the hydrothermal effects and their assessment have not been completely achieved so far, the Ivo-Cocoizas and particularly Șumuleu and Ostorog structures showing good prospects for future mining activities.

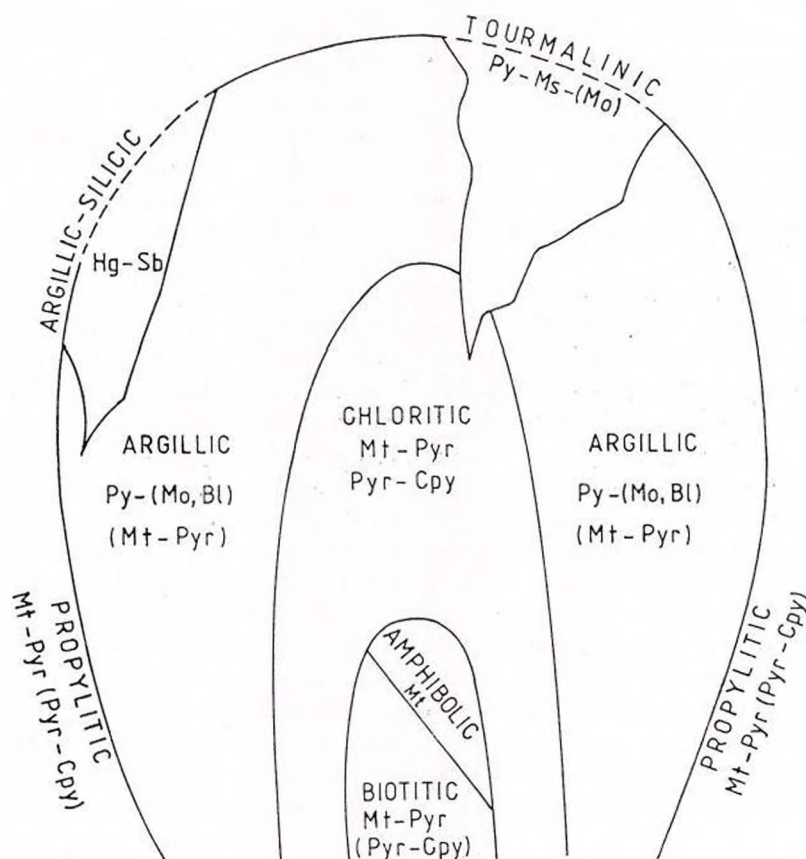


Fig. - Zonele de alterare-mineralizare în structura Ivo-Cocoizaș. Bl-sfalerite; Cpy-chalcopirită; Hg-cinabru; Mo-molibdenit; Ms-marcasit; Mt-magnetit; Py-pirită; Pyr-pirotină; Sb-stibină subordonat (după Constantina Stanciu, 1984)

Alteration-mineralization zones in the Ivo-Cocoizaș structure. Bl-sphalerite; Cpy-chalcopyrite; Hg-cinnabar; Mo-molybdenite; Ms-marcasite; Mt-magnetite; Py-pyrite; Pyr-Pyrrhotite; Sb-stibnite subordinate. (after Constantina Stanciu, 1984).

STUDIUL STRUCTURAL ȘI METALOGENETIC AL METAMORFITELOR DIN REGIUNEA BROȘTENI-BORCA

STRUCTURAL AND METALLOGENETIC STUDY OF THE METAMORPHIC ROCKS FROM BROȘTENI-BORCA REGION

A. VODĂ, M. MUNTEANU

Regiunea Broșteni-Borca se încadrează în structura geologică majoră a pânzelor central-est-carpătice numite și Dacide mediane (Săndulescu, 1967, 1975, 1984; Balintoni et al., 1983), fiind amplasată pe bordura estică a acestora. Zona are o pronunțată ridicare axială care face ca seria stratelor de Sinaia din pânza de Ceahlău a Dacidelor externe să vină în contact cu partea inferioară a soclului cristalin al pânzei alpine sub-bucovinice, reprezentată prin unitatea prealpină de Rodna.

Structura geologică se ridică treptat de la Broșteni spre sud (Fig.) până la falia Grințieșul Mare-Valea Seacă. Această falie, cu efect de decroșare dextră, produce revenirea, pe bordura zonei cristalino-mezozoice, a sinclinalului marginal extern din compartimentul Hăghimaș.

Pânza sub-bucovinică apare sub forma unei fâșii înguste între Holda și Borca și, cu o extindere considerabil mai mare, între pârâul Borca și pârâul Grințieșul Mare. Pânza bucovinică afloră pe o suprafață mai mare la nord de pârâul Steghioara, într-o structură sinclinală, flancată la est și la vest de structuri anticlinale în care apar pânza infrabucovinică de Arșița Barnarului la vest și pânza sub-bucovinică la est. La sud de pârâul Steghioara până la pârâul Grințieșul Mare, pânza bucovinică este aproape în totalitate erodată, păstrându-se ca o fâșie îngustă, limitată de falii direcționale nord-sud.

Digitatia Târnița, identificată în zona Gemenea-Broșteni (Săndulescu, 1981), a fost delimitată la sud de Broșteni sub forma unei fâșii aproape continue pe bordura zonei cristalino-mezozoice până la pârâul Secu (Borca), apoi sub formă de mari lame de șariaj sub frontul pânzei bucovinice, în versantul stâng al pârâului Borca și sub formă de petice de acoperire peste pânza sub-bucovinică, pe creasta dintre pârâul Budacu și pârâul Borcuța și în zona vârfului Grințieșul Mare.

Formațiuni ale seriei de Tulgheș atribuite digitatiei Târnița au fost interceptate în unele foraje din regiune.

Broșteni-Borca region is integrated in the general geological structure of the Central-East-Carpathian Nappes, also named Middle Dacides (Săndulescu, 1967, 1975, 1984; Balintoni et al., 1983), being situated at their eastern border. This zone has a pronounced axial uplift which has made possible the tectonic contact between the Sinaia Beds Series (from Ceahlău Nappe of the External Dacides) and the lower part of the crystalline basement of the Alpine Sub-bucovinian Nappe, represented by the pre-Alpine Rodna Unit.

The geological structure gradually raises from Broșteni as far to the south as the Grințieșul Mare-Valea Seacă Fault (Fig.). This dextral fault has brought again the External Marginal Syncline from the Hăghimaș compartment on the border of the East Carpathian Crystalline Mesozoic Zone.

The Sub-bucovinian Nappe occurs as a narrow strip between Holda and Borca and, with a considerably greater extension, between Borca and Grințieșul Mare Creek. On the contrary, the Bucovinian Nappe occurs across a larger area in the north of the Steghioara creek within a syncline-like structure, bordered to the east and to the west by anticline structures, in which the Arșița Barnarului Infra-bucovinian Nappe (to the west) and the Sub-bucovinian Nappe (to the east) occur. Between the Steghioara creek and the Grințieșul Mare creek the Bucovinian Nappe is almost completely eroded, only a narrow strip, limited by faults to the east and to the west, being preserved.

Târnița Digitation, previously identified in Gemenea-Broșteni zone (Săndulescu, 1981) has been separated in the south of Broșteni, too, as an almost continuous band on the border of the East Carpathian Crystalline-Mesozoic Zone up to the Secu (Borca) creek and, as large overthrust blades beneath the front of the Bucovinian Nappe, in the left slope of the Borca creek or as thrust outliers, upon the Sub-bucovinian Nappe, on the crest between the Budacu creek and the Borcuța creek and around the Grințieșul Mare Peak.



nea Broșteni-Borca, demonstrându-se existența digitației până la circa 3–5 km spre vest față de zona de apariție la suprafață.

Șariajul pânzelor central-est-carpătice (Dacide mediane) peste flișul de Sinaia este ultimul eveniment de acest fel, fiind posterior șariajelor pânzelor bucovinice, sub-bucovinice și infrabucovinice, situație confirmată prin foraje la Broșteni.

Regiunea Broșteni-Borca se găsește imediat la sud de câmpul minier Leșu Ursului, în care metalogeneza cambriană a seriei de Tulgheș este reprezentată prin zăcăminte de sulfuri polimetalice. Ridicarea structurii geologice spre sud reduce aria de apariție a unității structurale bucovinice care conține mineralizațiile polimetalice și, în același timp, face să apară unitatea structurală alpină inferioară (pânza sub-bucovinică) în care debutul metalogenezei cambriene este exprimat de numeroasele iviri de minereuri de mangan și de mineralizații stratiforme de baritină.

Rocks of the Tulgheș Series attributed to the Tarnița Digitation have been found in several drillings in the Broșteni-Borca region supporting the presence of the digitation as far as 3–5 km west of the outcropping zone.

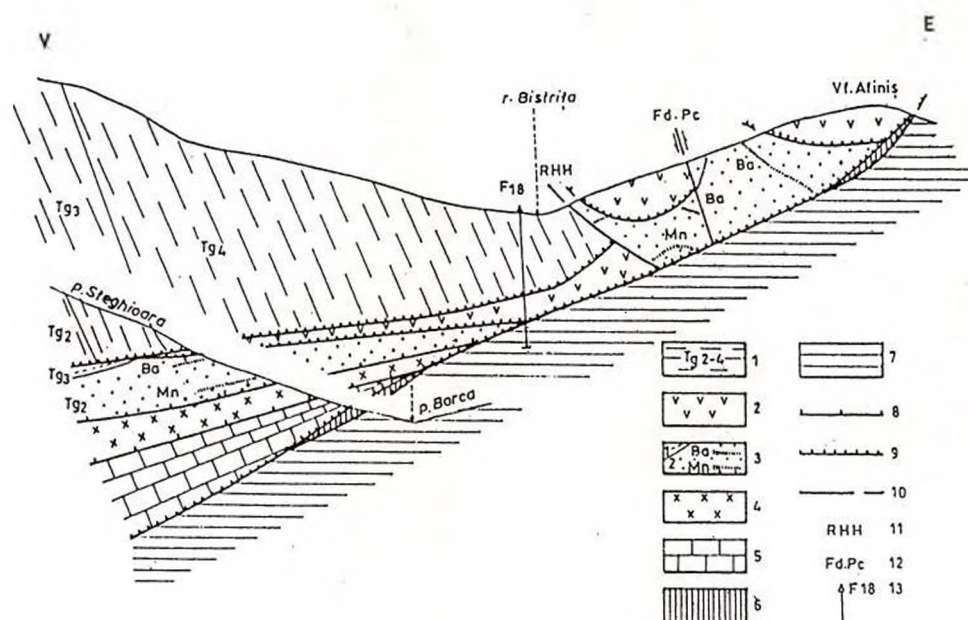
The overthrust of the Central-East Carpathian Nappes upon the Sinaia Flysch is the last event of this type, being subsequent to the Bucovinian, Sub-bucovinian and Infra-bucovinian overthrusts, situation also confirmed by drillings at Broșteni.

As a metallogenetic district, the Broșteni-Borca region is a southern extension of the Leșu Ursului mining field (where the Cambrian metallogenesis of the Tulgheș Series is materialized in polymetallic sulfide deposits). The uplift of the geological structure to the south has diminished the outcropping area of the polymetallic-ore bearing formations of the Bucovinian Nappe and, at the same time, has revealed the inferior Alpine structural unit (the Sub-bucovinian Nappe) in which the Cambrian metallogenesis is expressed by manganese-ore and stratiform barite occurrences.

References

- Balintoni, I., Gheucă, I., Vodă, Al. (1983) Alpine and Hercynian Overthrust Nappes from Central and Southern Areas of the East Carpathian Crystalline-Mesozoic Zone. *An. Inst. Geol. Geof.*, LX, p. 15–20, București.
- Săndulescu, M. (1967) La nappe de Hăghimaș – une nouvelle nappe de décollement dans les Carpathes Orientales. *Ass. Geol. Carp.-Balk.*, VIII-ème Congr., Rapp. geotect., p. 179–185, București.
- (1975) Studiul geologic al părții centrale și nordice a sinclinalului Hăghimaș. *An. Inst. Geol. Geof.*, XLV, 200 p., București.
- (1984) Geotectonica României. Ed. Tehnică, București.
- Vodă, Al. (1986) Central East-Carpathian nappes in the Broșteni-Borca region. *D.S. Inst. Geol. Geof.*, LXVI/1, p. 233–246, București.





Corelarea structurii geologice de la Holdița-Broșteni și Borca (pârâul Steghioara):

1, pânza bucovinică, seria de Tulgheș; formațiunile Tg₂-Tg₄; 2, digitația Tarnița, seria de Tulgheș, formațiunea Tg₃; 3-5, pânza sub-bucovinică: 3, pânza prealpină de Putna, seria de Tulgheș; formațiunile Tg₂ și Tg₃; Mn-mineralizații de mangan; Ba-mineralizații de baritină; s-mineralizații de sulfuri; 4, pânza prealpină de Pietrosu Bistriței, seria de Negrișoara; 5, unitatea prealpină de Rodna, seria de Rebra în faciesul de Steghioara; 6, formațiuni sedimentare mezozoice în facies sub-bucovinic (în lamă de șariaj); 7, pânza de Ceahlău, strate de Sinaia; 8, șariaj prealpin; 9, șariaj alpin; 10, falie; 11, retroîncălecarea Holdița-Hăleasa (RHH); 12, falia direcțională pârâul Casei (FdPC); 13, foraj executat (nr. 18).

Correlation of profiles representing the geological structures from

Holdița-Broșteni and Borca (Steghioara Creek). 1, Bucovinian Nappe, Tulgheș Series, Tg₂-Tg₄ formations; 2, Tarnița Digitation, Tulgheș Series, Tg₃ formation; 3, 4, 5, Sub-bucovinian Nappe: 3, Pre-Alpine Putna Nappe, Tulgheș Series, Tg₂ and Tg₃ formations; Mn-manganese mineralizations; Ba-baryte mineralizations; s-sulphide mineralizations; 4, Pre-Alpine Pietrosu Bistriței Nappe, Negrișoara Series; 5, Pre-Alpine Rodna Unit, Rebra Series, Steghioara facies; 6, Mesozoic sedimentary formations Sub-bucovinian facies (in an overthrust blade); 7, Ceahlău Nappe, Sinaia Layers; 8, Pre-Alpine overthrust; 9, Alpine overthrust; 10, Fault; 11, Holdița-Hăleasa reverse thrust (RHH); 12, Pârâul Casei strike-slip (FdPC); 13, drilling (no. 18).

CORELĂRI LITOSTRATIGRAFICE, STRUCTURALE ȘI METALOGENETICE ÎN CRISTALINUL CARPAȚILOR ORIENTALI LITHOSTRATIGRAPHIC, STRUCTURAL AND METALLOGENETIC CORRELATIONS IN THE EAST CARPATHIANS CRYSTALLINE-MESOZOIC ZONE

A. VODĂ, M. MUNTEANU

Modelul structural actual al zonei cristalino-mezozoice elaborat de Săndulescu (1967, 1975, 1984) și Balintoni et al. (1983) stabilește existența unor pânze alpine, mezocretacice (pânza bucovinică, pânza sub-bucovinică și pânzele infrabucovinice) șariate de la vest la est, fundamentul cristalin al acestora fiind alcătuit din pânze prealpine. În pânzele alpine superioare – numim în acest mod pânzele alpine bucovinică și sub-bucovinică – fiecare pânză prealpină este alcătuită dintr-o singură serie metamorfică (Fig.), după cum urmează:

1) pânza de Rarău, alcătuită din seria de Bretila (Proterozoic Mediu ?), gnaise, micașisturi și amfibolite, șariată peste

2) pânza de Putna, care constă din seria de Tulgheș (Cambrian-Ordovician inferior ?): șisturi sericito-clorito-cuarțitice ± porfiroblaste de albit ± pseudomorfoze de rutil după ilmrenit, șisturi cuarțofeldspatice, cuarțite negre, șisturi carbonatice, metarhyolite și șisturi verzi, șariată peste

3) pânza de Pietrosu Bistriței, formată din seria de Negrișara (Proterozoic terminal-Cambrian inferior ?): porfiroidul de Pietrosu Bistriței, gnaise cu biotit, micașisturi retromorfe, calcare, cuarțite negre și amfibolite, șariată, la rândul ei peste

4) unitatea de Rodna, constituită din seria de Rebra (Proterozoic superior ?): gnaise și micașisturi, calcare, amfibolite și cuarțite negre, a cărei limită inferioară este reprezentată întotdeauna de un plan de șariaj alpin (bucovinic sau sub-bucovinic) din acest motiv fiind denumită unitate prealpină, nu pânză prealpină.

În acest context, separarea unor formațiuni metamorfice cu extindere locală și dificil de corelat între ele (formațiunile de Chiril, Mândra, Poiana Grebin, Balaj, Argestru, Steghioara și Tibău) a complicat foarte mult modul de înțelegere a alcătuirii tectonice a zonei cristalino-mezozoice.

În urma noilor observații am ajuns la concluzia că formațiunile cu arie de apariție restrânsă menționate mai sus reprezintă faciesuri retromorfe ale unor secvențe din seriile cristaline ce alcătuiesc unitățile

The East Carpathians are built up by three strikingly different NNW-SSE oriented bands; a Precambrian-Caledonian metamorphic terrane with a sedimentary Mesozoic cover (the Crystalline-Mesozoic Zone) in the middle, a Cretaceous-Paleogene flysch to the east and a volcanic chain, chiefly andesitic, to the west.

The nowadays structural model of the Crystalline-Mesozoic Zone, worked out by Săndulescu (1967, 1975, 1984) and Balintoni et al. (1983) assert the existence of two nappe systems: the upper Transylvanian Nappe System, which consists of cover nappes, and the lower Central-East-Carpathian Nappe System comprising shearing nappes (Bucovinian Nappe, Sub-bucovinian Nappe and infrabucovinian Nappe) of Alpine age, thrust from the west to the east, their metamorphic basement being built up by pre-Alpine nappes. From the top to the bottom these pre-Alpine nappes are (Fig. 1):

1) Rarău Nappe, built up by the Bretila Series (Middle Proterozoic?): amphibolites and almandine-pyroxene gneisses and micaschists;

2) Putna Nappe which consists of the Tulgheș Series (Cambrian-Lower Ordovician?): quartz-sericite-chlorite schists ± albite porphyroblasts ± rutile pseudomorphs upon ilmrenite, quartz-feldspar schists, black quartzites, lime-chlorite-sericite schists, metarhyolites and greenschists;

3) Pietrosu Bistriței Nappe, made up by the Negrișoara Series (final Proterozoic-Lower Cambrian?): Pietrosu Bistriței Porphyroid (metadacite) biotite gneisses, retromorphosed micaschists, limestones, black quartzites and amphibolites;

4) Rodna Unit, built up by the Rebra Series (Upper Proterozoic?): micaschists and gneisses with biotite, garnet, staurolite, kyanite, cordierite and sillimanite, limestones with zoisite, tremolite, phlogopite and diopside, amphibolites and black quartzites, its lower limit being always an Alpine overthrust plane (Bucovinian or Sub-bucovinian).



tectonice prealpine. Ele se grupează în baza celui mai clar şariaj prealpin, cel al pânzei de Rarău şi în baza pânzelor alpine superioare (Fig.). Astfel, formaţiunile de Chiril, Mândra, Poiana Grebin şi Balaj au fost echivalate cu părţi ale seriei de Bretila iar formaţiunile de Argestru, Steghioara şi Tibău au fost interpretate ca aparţinând succesiunilor litostratigrafice ale seriei de Rebra.

Validitatea acestui model structural care reprezintă o variantă îmbunătăţită, cu mai puţine complicaţii tectonice, a celei exprimate de Balintoni et al. (1983), este susţinută şi de studiile din Munţii Maramureşului în nord şi din Munţii Perşani în sud.

Aproape toate zăcămintele din zona cristalinomezozoică a Carpaţilor Orientali se află cantonate în rocile seriei de Tulgheş. Aceste mineralizaţii sunt singenetice, stratiforme, având un control stratigrafic riguros. Au fost identificate cinci faze metalogenetice în seria de Tulgheş: prima, în partea inferioară a formaţiunii cuarţitelor negre (Tg₂) constând în mineralizaţii manganifere, a doua fază, tot manganiferă dar însoţită lateral de depuneri de baritină (estice), în partea superioară a formaţiunii cuarţitelor negre şi ultimele trei faze metalogenetice legate de formaţiunea metavulcanitelor acide (Tg₃), constând în mineralizaţii de sulfuri polimetalice şi cuprifere.

Planul de şariaj bucovinic a tăiat atât domeniul de acumulare al sulfurilor cât şi pe cel al mineralizaţiilor manganifere în aşa fel încât aproape toate zăcămintele polimetalice au fost preluate de pânza bucovinică iar acumulările de mangan de interes economic au rămas în pânza sub-bucovinică.

Cum zăcămintele de mangan şi baritină apar în zona de bordură a pânzei sub-bucovinice este de presupus că partea de est a zonei de depunere a fost fie tăiată de planul de forfecare sub-bucovinic, fie erodată odată cu fruntea pânzei sub-bucovinice.

Corelarea datelor pe întreaga zonă a Munţilor Maramureşului şi Munţilor Bistriţei sugerează o migraţie a zonelor de depunere cambriene de la est spre vest pentru depunerile de mangan şi de la vest spre est pentru sulfurile polimetalice.

In this context, the identification of additional local metamorphic formations, difficult to correlate with each other (Chiril, Mândra, Poiana Grebin, Balaj, Argestru, Steghioara and Tibău formations) has exaggerated the tectono-structural complexity of the Crystalline-Mesozoic Zone. The new field observations supported the assumption that the above-mentioned formations of restricted occurrence represent retronorphic facies of different sequences from pre-Alpine tectonic units. Chiril, Mândra, Poiana Grebin and Balaj formations have been attributed to the Bretila Series whereas Argestru, Steghioara and Tibău formations have been considered as being parts of the Rebra Series. The validity of this structural model is proved by the studies in the Maramureş Mountains and in the Perşani Mountains, north and south of the Crystalline-Mesozoic Zone, respectively.

Almost all ore deposits known in the Crystalline-Mesozoic Zone are hosted by rocks of the Tulgheş Series. These are syngenetic, stratiform mineralizations and have a rigorous stratigraphic control. Five metallogenetic phases have been identified in the Tulgheş Series: the first, in the lower part of the black quartzites formation (Tg₂) consists of manganese mineralizations; the second phase is also manganoan but accompanied by distal barite deposits, localized in the upper part of the black quartzites formation; the last three metallogenetic phases are linked to the metarhyolite formation (Tg₃) and consists of polymetallic and copper sulfide mineralizations.

The Bucovinian thrust plane has cut both sulfide and Mn-bearing areas in such a way that almost all the sulfide deposits have been inherited by the Bucovinian Nappe and all the economically significant manganese mineralizations have remained in the Sub-bucovinian Nappe.

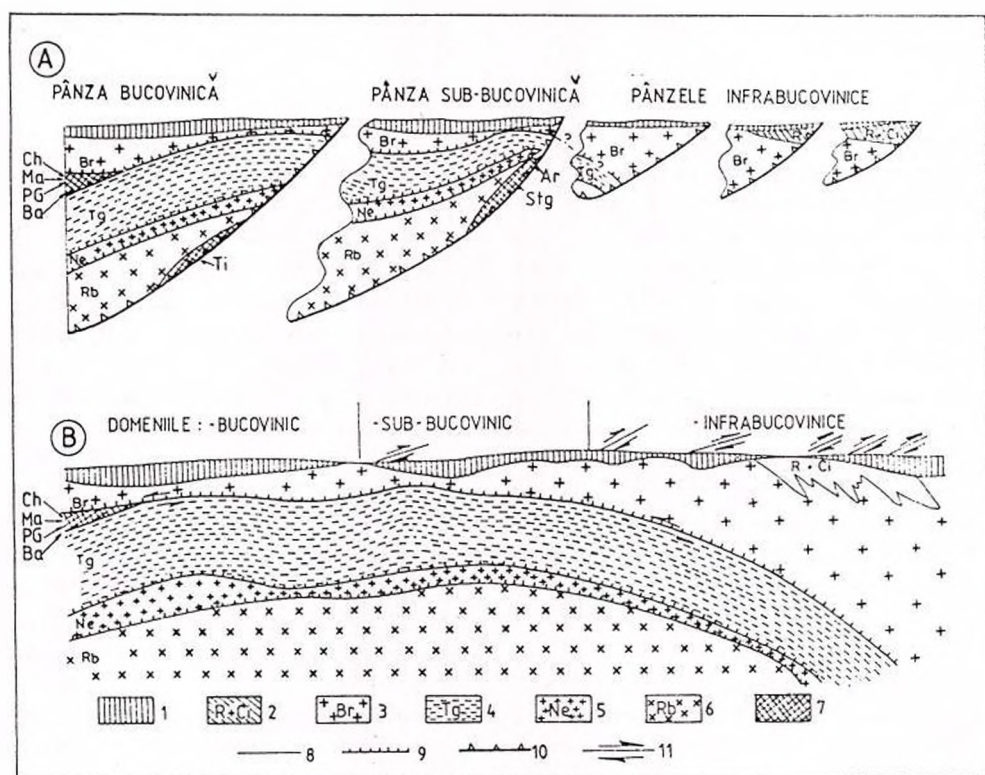
As the manganese and barite deposits occur on the border of Sub-bucovinian Nappe it is apparent that the eastern part of the deposition area either has been cut by the Sub-bucovinian thrust plane or has been eroded together with the front of the Sub-bucovinian Nappe.

The correlation of the field data throughout the Bistriţei Mountains and Maramureş Mountains suggests a migration of the Cambrian depositional domains from the east to the west for manganese mineralizations and from the west to the east for copper, lead and zinc mineralizations.



References

- Balintoni, I., Gheuca, I., Vodă, Al. (1983) Alpine and Hercynian Overthrust Nappes from Central and Southern Areas of the East Carpathian Crystalline-Mesozoic Zone. *An. Inst. Geol. Geof.*, LX, p. 15-22, București.
- Săndulescu, M. (1967) La nappe de Hăghimaș - une nouvelle nappe de décollement dans les Carpathes Orientales *Ass. Géol. Carp.-Balk.*, VIII-ème Congr. Rapp. geotect., p. 179-185, Belgad.
- Săndulescu, M. (1984) Geotectonica României. Ed. Tehnică, București. Alpine and Hercynian Overthrust Nappes from Central and Southern Areas of the East Carpathian Crystalline-Mesozoic Zone. *An. Inst. Geol. Geof.*, LX, p. 15-22, București.



Prezentarea schematică a unităților structurale prealpine și alpine din pânzele central-est-carpătice (A) și un posibil aranjament structural premezocretacic (B).

1, succesiuni mezozoice ale seriilor sedimentare bucovinică, sub-bucovinică și infrabucovinică; 2, Seriile varistice de Rusaia, Repedea (R) și Cimpoiasa (Ci); 3, Pânza prealpină de Rarău (Br-seria de Bretila); 4, Pânza prealpină de Putna (Tg-seria de Tulgheș); 5, Pânza prealpină de Pietrosu Bistriței (Ne-seria de Negrișoara); 6, Unitatea prealpină de Rodna (Rb-seria de Rebra); 7, Localizarea aparițiilor de succesiuni retromorfe prealpine (Ch, Mă, PG, Ba) și alpine (Ti, Ar, Stg); 8, Limită geologică normală; 9, Șariaj prealpin; 10, Șariaj alpin; 11, Forfecări alpine. Ch-seria (formațiunea) de Chiril; Mă-formațiunea de Mândra; PG-formațiunea de Poiana Grebin; Ba-formațiunea de Balaj; Ti-seria de Țibău; Ar-seria de Argeștru; Stg-seria de Steghioara.

Simplified view of the pre-Alpine and Alpine structural units from the Central-East-Carpathian nappes (A) and a possible pre-Mesocretaceous structural arrangement (B).

1, Mesozoic suites of the Bucovinian, Sub-bucovinian and Infrabucovinian sedimentary series; 2, Rusaia, Repedea (R) and Cimpoiasa (Ci) Hercynian series; 3, Rarău pre-Alpine Nappe (Br-Bretila Series); 4, Putna pre-Alpine Nappe (Tg-Tulgheș Series); 5, Pietrosu Bistriței pre-Alpine Nappe (Ne-Negrișoara Series); 6, Rodna pre-Alpine Unit (Rb-Rebra Series); 7, Position for the occurrences of pre-Alpine (Ch, Mă, PG, Ba) and Alpine (Ti, Ar, Stg) retromorphosed suites; 8, Normal geological limit; 9, Pre-Alpine overthrust; 10, Alpine overthrust; 11, Alpine shearing. Ch-Chiril Series (Formation); Mă-Mândra Formation; PG-Poiana Grebin Formation; Ba-Balaj Formation; Ti-Țibău Series; Ar-Argeștru Series; Stg-Steghioara Series.



PROPRIETĂȚILE MAGNETICE ȘI DENSITĂȚILE METAMORFITELOR ȘI VULCANITELOR DIN ZONA CRISTALINO-MEZOZOICĂ, MUNTII GURGHIU DE SUD ȘI HARGHITA DE NORD

MAGNETIC PROPERTIES AND DENSITIES OF METAMORPHIC AND IGNEOUS ROCKS FROM THE CRYSTALLINE-MESOZOIC ZONE, SOUTH GURGHIU AND NORTH HARGHITA MTS

D. ROMANESCU, V. STOENESCU, E. SZABO, A. GEORGESCU, V. ROSIN, M. GHIȚĂ, M. MUREȘAN

Studiul a început în anul 1992, având ca obiectiv final realizarea monografiei proprietăților fizice ale vulcanitelor și metamorfitei situate în arii aparținând Carpaților Orientali, Occidentali și Meridionali. Până în prezent s-au cercetat metamorfitele zonei cristalino-mezozoice din Carpații Orientali și vulcanitele din Munții Călimani, Gurghiu și Harghita de Nord. La elaborarea monografiei am folosit toate informațiile obținute de grupa noastră de petrofizică, prin studierea sistematică a proprietăților magnetice și densității rocilor, de astfel de date dispunând mai ales pentru terenurile eruptive. Pentru metamorfite am executat în acești ani cercetări de teren și de laborator.

Deoarece cu lucrarea de față se încheie studiul zonei cristalino-mezozoice, ea cuprinde informații petrofizice sintetice asupra metamorfitei din întreaga zonă.

În figura 1 este redată situația zonelor studiate în Carpații Orientali. Hărțile petrofizice (distribuția susceptibilității magnetice și densității), la scara 1:50.000 s-au elaborat numai pentru zone ocupate de vulcanite, acolo unde am dispus de date suficiente. Pentru metamorfite nu ne-am propus să alcătuim hărți, deoarece limitele de variație a valorilor proprietăților fizice studiate sunt foarte restrânse.

ZONA CRISTALINO-MEZOZOICĂ. În pânzele de șaraj cu metamorfite, rocilor care conțin SiO_2 în procente mai ridicate, ca și calcarele, le sunt proprii valori foarte scăzute ale susceptibilității magnetice ($0-35 \cdot 10^{-6}$ uCGS) și relativ scăzute ale densității ($2,45-2,70$ g/cm³). Acestea cresc ușor (până la $60 \cdot 10^{-6}$ uCGS) în cazul șisturilor sericitoase și chiar cuarțitice, dacă ele conțin procente mai mari de miche, în special biotit, ca și în acela al șisturilor muscovitice și mai ales biotitice, șisturilor sericito-cloritoase, al celor tufogene și al rocilor blastodetractice, datorită conținutului în clorit al acestora. Toate aceste roci rămân însă în clasa "foarte slab magnetice". Fac excepție filioanele de lamprofire postmetamorfice, care se întâlnesc în toate unitățile tectonice, precum și unele granodiorite și granodiorite gnaissice din granitoidele de Hăghimaș. Toate aceste roci sunt neglijabile ca volum.

This study has begun since 1992, having for a final object the achievement of a monograph of physical properties of metamorphic and igneous rocks situated in areas belonging to the East, West and South Carpathians. Till now the metamorphic rocks from the Crystalline-Mesozoic Zone of the east Carpathians and the igneous rocks from the Călimani, Gurghiu and North Harghita Mountains have been explored. For compiling this monograph we used all the information obtained by a systematic study of magnetic properties and density of rocks. We had such information especially for volcanic areas. To get data about metamorphic rocks in recent years we have performed, field and laboratory researches.

The present work finishes the study of the Crystalline-Mesozoic Zone, consequently it contains synthetic petrophysical data on metamorphic rocks from all this zone.

Figure 1 presents the stage of monograph elaboration for the East Carpathians. The petrophysical maps (magnetic susceptibility and density distribution) have been drawn up only for volcanic areas, where we had enough data at our disposal. We did not make maps of metamorphic rocks because the variation of physical property values are very small.

CRYSTALLINE-MESOZOIC ZONE. In all tectonic groups, rocks containing higher SiO_2 percentage, as well as limestones, have very low magnetic susceptibility values ($0-35 \cdot 10^{-6}$ uCGS) and relatively low density values ($2.45-2.70$ g/cm³). The magnetic susceptibility values increase a little (up to $60 \cdot 10^{-6}$ uCGS) in case of sericitic or quartzitic schists rich in micas, especially biotite, as well as in the case of muscovitic schists, especially biotitic ones, chloritic-sericitic schists, tuffaceous schists and blastodetrital rocks due to their content in chlorite. From the magnetic point of view all these rocks are considered "very weak". The lamprophyre veins, met in all tectonic groups as well as in some granodiorites and gneissic granodiorites from the Hăghimaș Group are an exception, but they have a negligible volume.



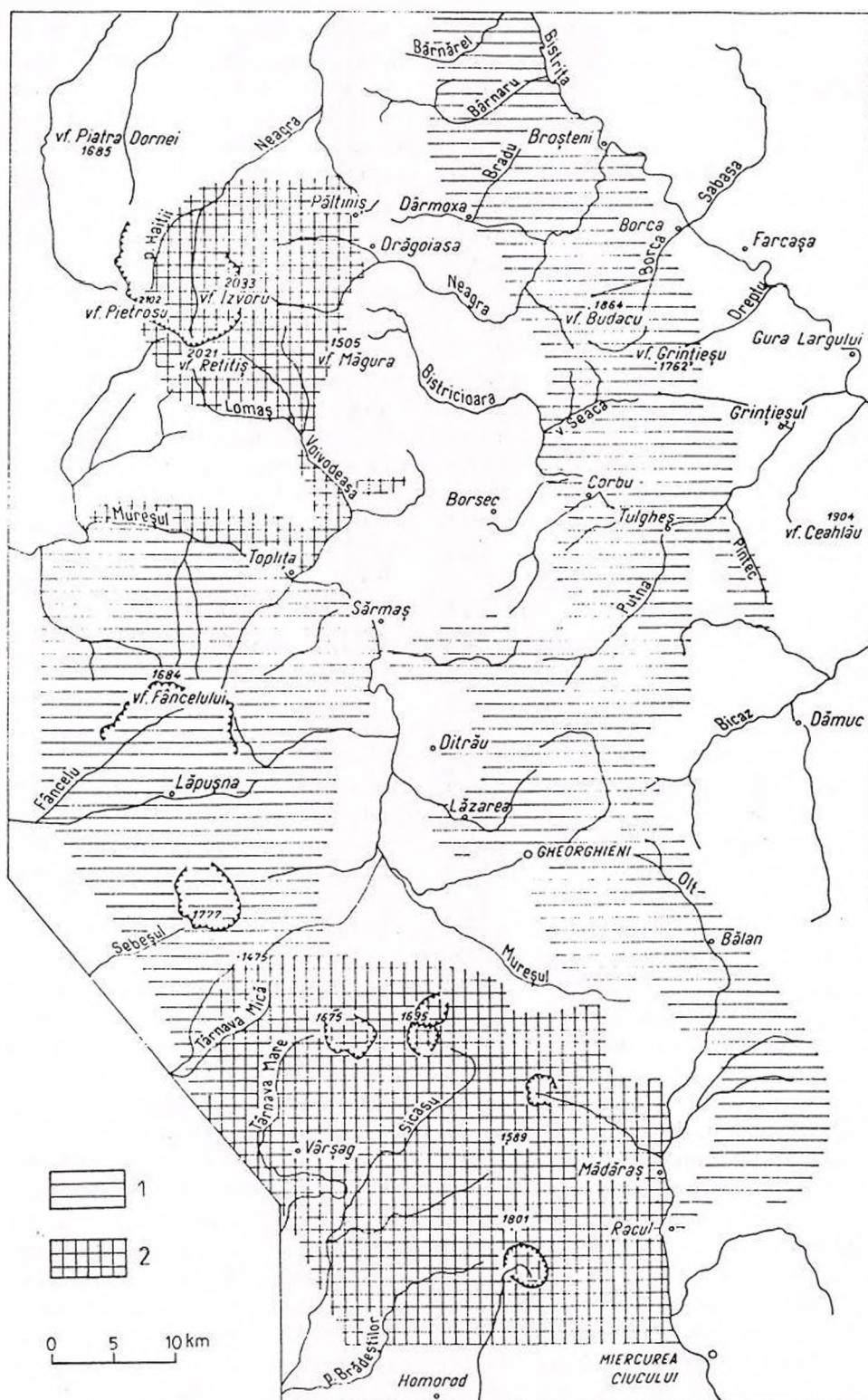


Fig. 1 – Lucrări petrofizice executate în Carpații Orientali (Zona cristalină-mezozoică și munții Călimani-Gurghiu-Harghita de nord). 1, arii cercetate cuprinse în monografie; 2, arii cercetate și pentru care s-au elaborat hărți ale distribuției susceptibilității magnetice și densității.

Petrographic works carried out in the East Carpathians (Crystalline-Mesozoic Zone in the Călimani-Gurghiu-North Harghita Mountains. 1, Investigated areas included in the monograph; 2, Investigated areas for which distribution maps of magnetic susceptibility and density were elaborated.



Rocile cristalofiliene cu susceptibilitate magnetică ridicată, uneori foarte ridicată (500–1000, chiar $10000 \cdot 10^{-6}$ uCGS), precum și cu densitate mare ($2,60\text{--}2,85$ g/cm³) se află numai în alcătuirea grupului Rebra. Acestea sunt, de regulă, șisturi micacee, șisturi cuarțitice-micacee sau cuarțite, toate având un oarecare conținut de magnetit. Astfel de roci se întâlnesc pe paralele: Barnar (Crucea), Bradu (Dărmoxa), Criștișor (Neagra Broșteni), Borca, precum și în forajele din zona Lăzarea (Gheorgheni), străbătute de foraje.

Amfibolitele studiate aparțin grupului Rebra. Ele se deosebesc pregnant de celelalte roci ale edificului cristalofilian al zonei cristalino-mezozoice, prin valori mari ale densității ($2,80\text{--}3,30$ g/cm³) și în majoritatea cazurilor ale proprietăților magnetice ($1000\text{--}25000 \cdot 10^{-6}$ uCGS). Împreună cu celelalte roci cu proprietăți fizice ridicate fac din grupul Rebra o unitate deosebită, din punctul nostru de vedere, față de toate celelalte care alcătuiesc zona cristalino-mezozoică.

ERUPTIVUL NEOGEN DIN MUNȚII GURGHIU DE SUD ȘI HARGHITA DE NORD a fost studiat de noi începând din 1980, prin cercetarea petrofizică sistematică a aflorimentelor, ca și a coloanelor litologice ale forajelor săpate. Datele obținute au fost reanalizate, stocate și prelucrate, obținându-se tabele sintetice, diagrame și histograme ale distribuției susceptibilității magnetice, magnetizării remanente naturale și densității pe tiouri de roci și pentru diferite zone, ajungându-se la generalizări pentru întreaga regiune.

În figura 2 prezentăm distribuția globală a valorilor proprietăților fizice cercetate în rocile eruptive în Munții Gurghiu de Sud și Harghita de Nord. În această diagramă sunt cuprinse numai rezultatele măsurătorilor "in situ" și pe eșantioanele prelevate din aflorimente.

Informațiile obținute din cercetarea carotelor din foraje sunt analizate separat, deoarece sondele au fost săpate în zone afectate de transformări endogene, proprietățile fizice având semnificații deosebite. Volumul mare de date ne-au permis să constatăm unele legături care controlează distribuția proprietăților fizice, cum ar fi legătura dintre acestea și modul de zăcământ al rocilor andezitice sau, mai ales, dintre diferitele tipuri de transformări endogene suferite de roci și proprietăți fizice. S-au putut face paralelizări între distribuția proprietăților fizice din rocile care formează craterele din Munții Gurghiu de Sud, pe de o parte, și din Caldera Bătrâna-Fâncel-Lăpușă, pe de alta.

Metamorphic rocks having high magnetic susceptibility values, sometimes very high ones (500–1000 even $10000 \cdot 10^{-6}$ uCGS) and also high density values ($2,60\text{--}2,85$ g/cm³) are only met in the Rebra Group. As a rule, these are micaschists, micaceous-quartzitic schists or quartzites, all of them containing some magnetite. Such rocks have been met on rivulets: Barnar (Crucea), Bradu (Dărmoxa), Criștișor (Neagra Broșteni), Borca and also in the crystalline basement of the Lăzarea (Gheorgheni) zone crossed by some drillings.

Amphibolites have been met in the Rebra Group only. They are very different from the other rocks of metamorphic structure of the Crystalline-Mesozoic Zone, having high density values ($2,80\text{--}3,30$ g/cm³) and very often, high values of magnetic properties ($1000\text{--}25000 \cdot 10^{-6}$ uCGS). So, from our point of view, the Rebra Group is a special unit in the frame of the Crystalline-Mesozoic zone.

THE NEOGENE IGNEOUS ROCKS FROM THE SOUTH GURGHIU MOUNTAINS AND NORTH HARGHITA MOUNTAINS. It has been studied since 1980 by a systematic petrophysical research of outcrops and lithologic column of existing drillings. The obtained data have been reanalysed, stored and processed. The results have been presented as synthetic tables, diagrams, histograms of magnetic susceptibility, natural remanent magnetization and density distribution of different types of rocks for different zones. Generalizations for entire zones have been obtained.

In Figure 2 the global distribution of physical property values of igneous rocks in the South Gurghiu and North Harghita Mountains is presented. This diagram presents only the results of "in situ" measurements and of measurements made on samples drawn from outcrops.

The information obtained by measurement of drilling cores are separately analysed because the drilling have been performed in zones affected by endogenous alterations, physical properties having in this case different significance. The great number of data we had at our disposal, allowed us to establish some relations between the distribution of physical properties and emplacement mode of andesitic rocks or between these properties and different kinds of endogenous alterations of rocks. We can also draw a parallel between the physical properties distribution of rocks constituting the craters in the South Gurghiu Mountains, on the one hand, and the Bătrâna-Fâncel-Lăpușna Caldera, on the other hand.



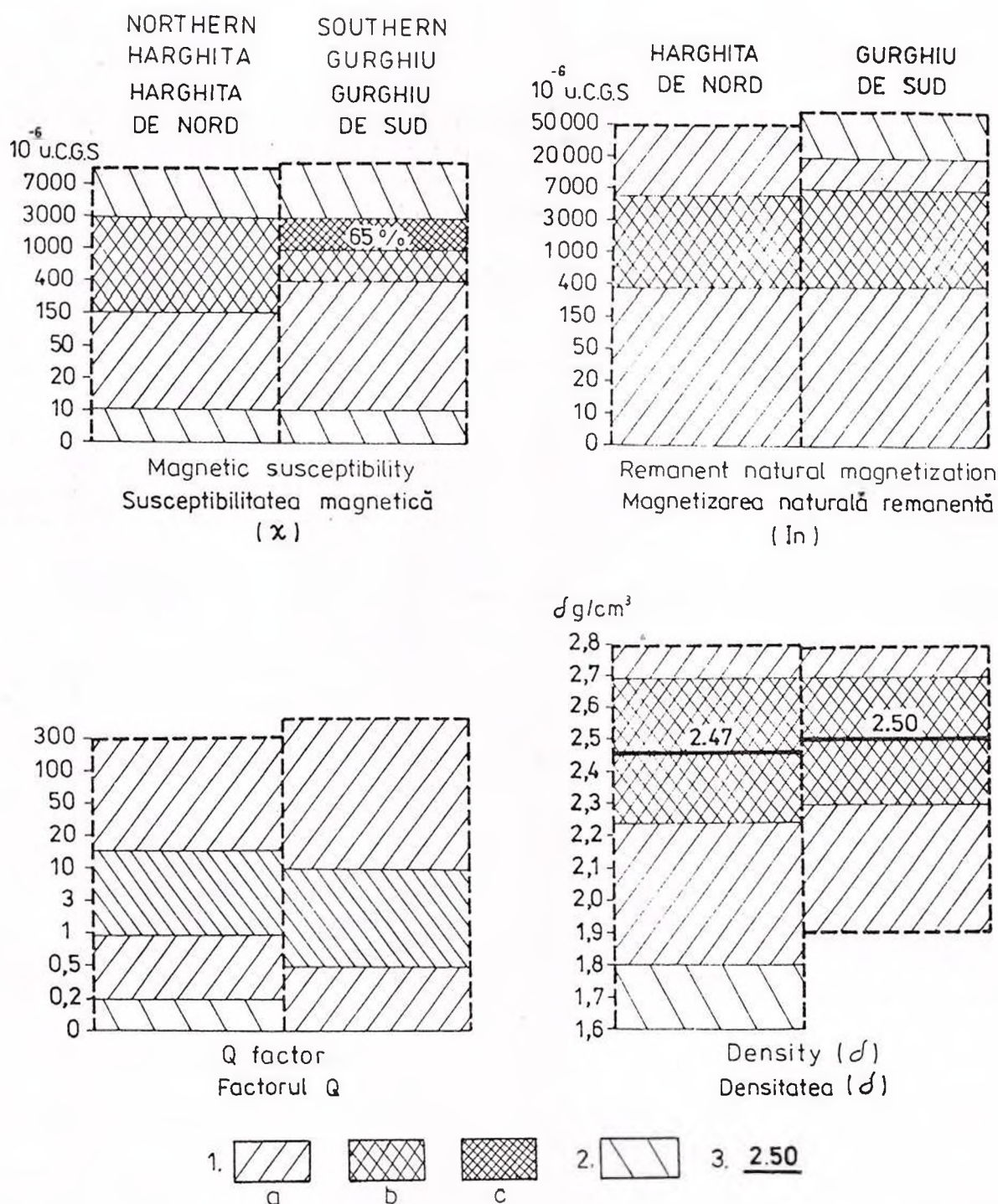


Fig. 2 – Distribuția valorilor χ , I_n , Q și δ în rocile eruptive din zona de sud a munților Gurghiu și de nord a munților Harghita. 1, Distribuția procentuală a valorilor: a, sub 10%; b, peste 10%; c, peste 50%; 2, valori puse în evidență în zone restrânse sau valori izolate; 3, media valorilor de densitate.

Distribution of χ , I_n , Q and δ values in the igneous rocks from the southern zone of the Gurghiu Mountains and the northern zone of the Harghita Mountains. 1, percentage distribution of values; a, below 10%; b, over 10%; c, over 50%; 2, values pointed out in restricted zones or isolated values; 3, mean density values.

PALEOMAGNETISMUL ȘI ROCK-MAGNETISMUL FORMAȚIUNILOR PURTĂTOARE DE CĂRBUNI: APLICAȚII ȘI IMPLICAȚII PALAEOMAGNETISM AND ROCK MAGNETISM OF COAL BEARING FORMATIONS: APPLICATIONS AND IMPLICATIONS

S. C. RĂDAN, M. RĂDAN

Remarci introductive

Pe o serie de roci sedimentare asociate complexelor de lignit din Avânsa Carpată (România) au fost aplicate tehnici paleomagnetice și rock-magnetice.

Magnetizarea remanentă naturală (NRM), RM primară și RM secundară, precum și susceptibilitatea magnetică (MS) și anizotropia ei (AMS) au fost investigate în laboratorul paleomagnetic al Institutului Geologic al României.

Rezultatele au fost obținute pe argile "proaspete" situate în diferite poziții în raport cu complexele de cărbune (acoperiș sau culcuș, între complexe sau interstratificate, intim asociate cu cărbunele), precum și pe argile "coapte" generate prin arderea naturală spontană a unor strate de lignit.

Argilele originale (neafectate de căldură) ce au dobândit o magnetizare remanentă detritică (DRM) au indicat valori mici și foarte mici ale intensității NRM totale (0,01–30 mA/m), ca și ale MS ($65 \cdot 10^{-6}$ – $755 \cdot 10^{-6}$ u.SI). Totuși, investigațiile paleomagnetice și rock-magnetice pe colecțiile de eșantioane respective au condus la date magnetostratigrafice și de fabric magnetic fezabile (Rădan et al., 1994a).

Rezultate paleomagnetice

Scările magnetocronologice elaborate pentru secțiuni pliocene din zona Motru–Jilț (nord-vestul Bazinului Dacic) au fost utilizate pentru îmbunătățirea nominalizării și corelării stratelor de cărbune, precum și a localizării limitelor chronostratigrafice.

A fost identificată subcrona Cochiti (4,18–4,29 mil.ani; Cande, Kent, 1995). Acest eveniment paleomagnetic a invalidat numerotarea unor strate de cărbune existentă în documentația geologică a carierei Jilț. Limita dintre Dacianul superior și Romanianul inferior a fost localizată la nivelul subcrons Cochiti, aceasta fiind controlată prin biozonele stabilite în regiune (Andreescu, 1992).

Introductory remarks

Palaeomagnetic and rock-magnetic techniques have been applied on sedimentary rocks associated with lignite seams from the Carpathian Foredeep (Romania).

Natural remanent magnetization (NRM), primary RM and secondary RM, and equally magnetic susceptibility (MS) and its anisotropy (AMS) have been investigated in the palaeomagnetic laboratory of the Geological Institute of Romania.

The results have been obtained on "fresh" clays situated in different positions related to the coal seams (roof or bed, between seams or interbedded, i.e. intimately associated with the coal), as well as on "baked" clays generated by natural spontaneous burning of lignite seams.

The original clays (not affected by heating) acquiring a detrital remanent magnetization (DRM) have shown very low and low total NRM intensities (0.01–30 mA/m) and MS values ($65 \cdot 10^{-6}$ – $755 \cdot 10^{-6}$ SIu.). However, the palaeomagnetic and rock-magnetic investigations of the specimen collections led to reliable magnetostratigraphic and magnetic fabric data (Rădan et al., 1994a).

Palaeomagnetic results

Magnetostratigraphical scales elaborated for Pliocene sections in Motru–Jilț area (north-western Dacic Basin) have been used to improve the nomination and correlation of coal beds, as well as the chronostratigraphic boundary location.

The Cochiti subchron (4.18–4.29 Ma; Cande, Kent, 1995) has been identified. This palaeogeomagnetic event has invalidated the numbering of some lignite beds according to the Jilț quarry geological documentation. The boundary between Upper Dacian and Lower Romanian has been located at the level of Cochiti subchron, this being controlled by biozones established in the area (Andreescu, 1992).



Secvențele de polaritate magnetică rezultate, elaborate pentru secțiunile respective, au evidențiat și un interval lung de polaritate inversă atribuit cronei Gilbert Superior.

Pe baza scărilor magnetocronologice pot fi calculate rate de sedimentare, fiind astfel mai bine definit factorul tectono-sedimentar, fundamental în bazinele carbogeneratoare (Rădan et al., 1993a).

Fidelitatea înregistrării magnetostratigrafice a argilelor interstratificate în complexele de cărbune a fost analizată în legătură cu date mineralogice și geochemice (Rădan et al., 1994b).

Au fost realizate o serie de lucrări experimentale privind comportarea RM, MS și AMS în timpul "curățirii" termice aplicată eșantioanelor de argilă ca teste de stabilitate magnetică. În timpul demagnetizării termice au apărut schimbări mineralogice, acestea fiind bine reflectate de testele rock-magnetice (Rădan et al., 1993b). Analizele prin difracție cu raze X (XRD) realizate pe probe încălzite în laborator (în trepte, până la 700°C) au evidențiat procese de transformare mineralogică similare celor descrise pentru argile naturale – porțelanite (argile "coapte" în zona complexelor de lignit arse *in situ*) (Rădan et al., 1994b).

Ca o parte a investigării magnetostratigrafice au fost realizate teste rock-magnetice pe porțelanite și "clinkere", precum și pe argile neafectate (argile "proaspete") din vecinătatea lor. S-au determinat magnetizări normale pentru porțelanite și inverse pentru argilele proaspete. Datele paleomagnetice obținute pentru porțelanite nu sunt utilizabile pentru calibrarea cronostratigrafică a formațiunilor pliocene purtătoare de cărbuni, dar sunt fezabile pentru datarea procesului de coacere a secvențelor detritice și pentru înregistrarea câmpului geomagnetic din Cuaternar (Rădan et al., 1993a).

Rezultate rock-magnetice

A fost investigată anizotropia susceptibilității magnetice (AMS) a formațiunilor purtătoare de cărbuni, utilizându-se colecțiile paleomagnetice probate în scopuri magnetostratigrafice, în partea de nord-vest a Ba-zinului Dacic (Rădan, Rădan, 1993; Rădan et al., 1994a).

Pe baza distribuției verticale a factorilor de anizotropie (L , F , P , E , q , V^0) au fost realizate câteva modele rock-magnetice. S-au folosit, de asemenea, diagrame de anizotropie magnetică (L/F , L/P , F/P , T/P') (Rădan, Rădan, 1993). Pe de altă parte, a fost realizată o analiză a direcțiilor susceptibilităților principale (maximă, intermediară și minimă), datele de AMS fiind sistematizate raportat la secvențele detritice dezvoltate între principalele strate de cărbune

The resulting magnetic polarity sequences of the sections have also revealed a long reversed polarity interval assigned to the Upper Gilbert Chron.

Based on magnetochronological scales, sedimentation rates can be calculated and the tectono-sedimentary factor, fundamental in coal-generating basins, is better defined (Rădan et al., 1993a).

The fidelity of the magnetostratigraphic record of clays interbedded in coal seams has been analysed in connection with mineralogical and geochemical data (Rădan et al., 1994b).

Experimental works concerning the behaviour of RM, MS and AMS during thermal cleaning applied to the clay specimens as magnetic stability tests have been performed. Mineral changes have occurred during thermal demagnetization, being well reflected by rock magnetic tests (Rădan et al., 1993b). X-ray diffraction (XRD) analyses carried out on samples heated in laboratory (in steps, up to 700°C) have revealed similar mineral transformation processes as described in natural clays – porcelanites (baked clays over *in situ* burned lignite seams) (Rădan et al., 1994b).

As a part of the magnetostratigraphic investigation, rock magnetic tests have also been performed on porcelanites and clinkers, as well as on unaffected rocks ("fresh" clays) from their vicinity. Normal polarity for porcelanites and reversed magnetization for the neighbouring "fresh" clays have been determined. The palaeomagnetic data obtained for porcelanites are not reliable for chronostratigraphic calibration of the Pliocene coal bearing formations, but are reliable for detrital sequences baked process dating and for Quaternary geomagnetic field recording (Rădan et al., 1993a).

Rock-magnetic results

The anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) of coal bearing formations has been investigated using the palaeomagnetic collections sampled for magnetostratigraphic purposes in the north-western part of the Dacic Basin (Rădan, Rădan, 1993; Rădan et al., 1994a).

Based on the vertical distribution of anisotropy factors (L , F , P , E , q , V^0), some rock magnetic models have been performed. Magnetic anisotropy plots (L/F , L/P , F/P , T/P') have been used, too (Rădan, Rădan, 1993). On the other hand, an analysis of principal susceptibility directions (maximum, intermediate and minimum) has been carried out, the AMS data being systematized related to the detrital sequences developed between the main coal layers of a quarry and to



dintr-o carieră și, respectiv, relativ la argilele interstratificate ale unui complex de cărbune.

Rezultatele de AMS sunt discutate în context stratigrafic, fiind realizat un studiu al datelor obținute pentru secțiuni paralele de depozite pliocene cu cărbuni din zona Motru-Jilț (Rădan, Rădan, 1993). O interesantă abordare cu potențiale implicații sedimentogene o constituie analiza relației dintre parametrii AMS și forțele de aliniere de la diferite nivele stratigrafice (Rădan et al., 1993c).

Pe baza rezultatelor de AMS pot fi făcute câteva considerații asupra direcțiilor de transport în bazinul de sedimentare, fiind sugerate ariile-sursă (Rădan et al., 1994a).

Datele de AMS, prin direcțiile susceptibilităților principale (axele susceptibilităților maxime și intermediare cvasiorizontale și axele susceptibilității minime cvasiverticale), argumentează un fabric magnetic depozitional (parametrii q și V^0 sprijină și ei această afirmație) (Rădan et al., 1993a, 1994a). Rezultatele de AMS sunt, de asemenea, consecvente cu caracteristicile procesului carbogenerator, definit prin compresiune și compactizare verticală sau aproape verticală.

În ceea ce privește porțelanitele și clinkererele, aceste roci afectate de căldură au indicat (prin XRD) asociații minerale modificate sau nou-formate [de exemplu: hematit, cristobalit, tridimit, mullit, spinel, cordierit și magnetit (?)], care sunt corelate cu creșterea temperaturii (1100–1200°C pot fi atinse), în etapele succesive de la o coacere slabă la o fuziune mai mult sau mai puțin totală, înspre complexe de cărbune arse (Rădan et al., 1994b).

Aceste schimbări importante în mineralogia argilelor au drept rezultat intensificarea proprietăților magnetice ale rocilor în timpul perturbării termice post-depozitionale. Argilele coapte indică valori mari ale susceptibilității magnetice ($2580 \cdot 10^{-6}$ – $161000 \cdot 10^{-6}$ u.SI) și ale intensității magnetizării remanente (150–5900 mA/m) în comparație cu argilele neafectate termic. Ca o consecință, orizonturile de argile porțelanite, porțelanite și/sau clinkerere produc anomalii magnetice puternice (700–1450 nT), ce sunt ușor înregistrate cu magnetometrele protonice (Rădan et al., 1994a). Profilele ΔT demonstrează că este posibilă localizarea limitei arse a stratului de cărbune. Metoda poate avea implicații în explorarea cărbunelui.

In loc de concluzii

Paleomagnetismul și rock-magnetismul formațiunilor purtătoare de cărbuni investigate în nord-vestul Bazinului Dacic au drept rezultat o serie de aplicații și implicații în geofizică și geologie, precum și în domenii interdisciplinare. Câteva dintre ele au fost aici evidențiate.

the interbedded clays of a coal seam, respectively.

The AMS results are discussed in a stratigraphic context and a comparative study of data obtained for parallel sections of Pliocene coal bearing deposits in Motru-Jilț area is carried out (Rădan, Rădan, 1993). The relation between AMS parameters and aligning forces at different stratigraphic levels is an interesting approach with potential sedimentogenetic implications (Rădan et al., 1993c).

On the basis of AMS results some considerations on the transport directions in the sedimentary basin can be done, the source areas being suggested (Rădan et al., 1994a).

The AMS data confirm that the principal susceptibility directions (nearly horizontal maximum and intermediate susceptibility axes and nearly vertical minimum susceptibility axes) are consistent with depositional magnetic fabric (q and V^0 parameters are supporting this assessment, too) (Rădan et al., 1993a, 1994a). The AMS results are also consistent with the coal-generating process, characterized by vertical or near-vertical compression and compaction.

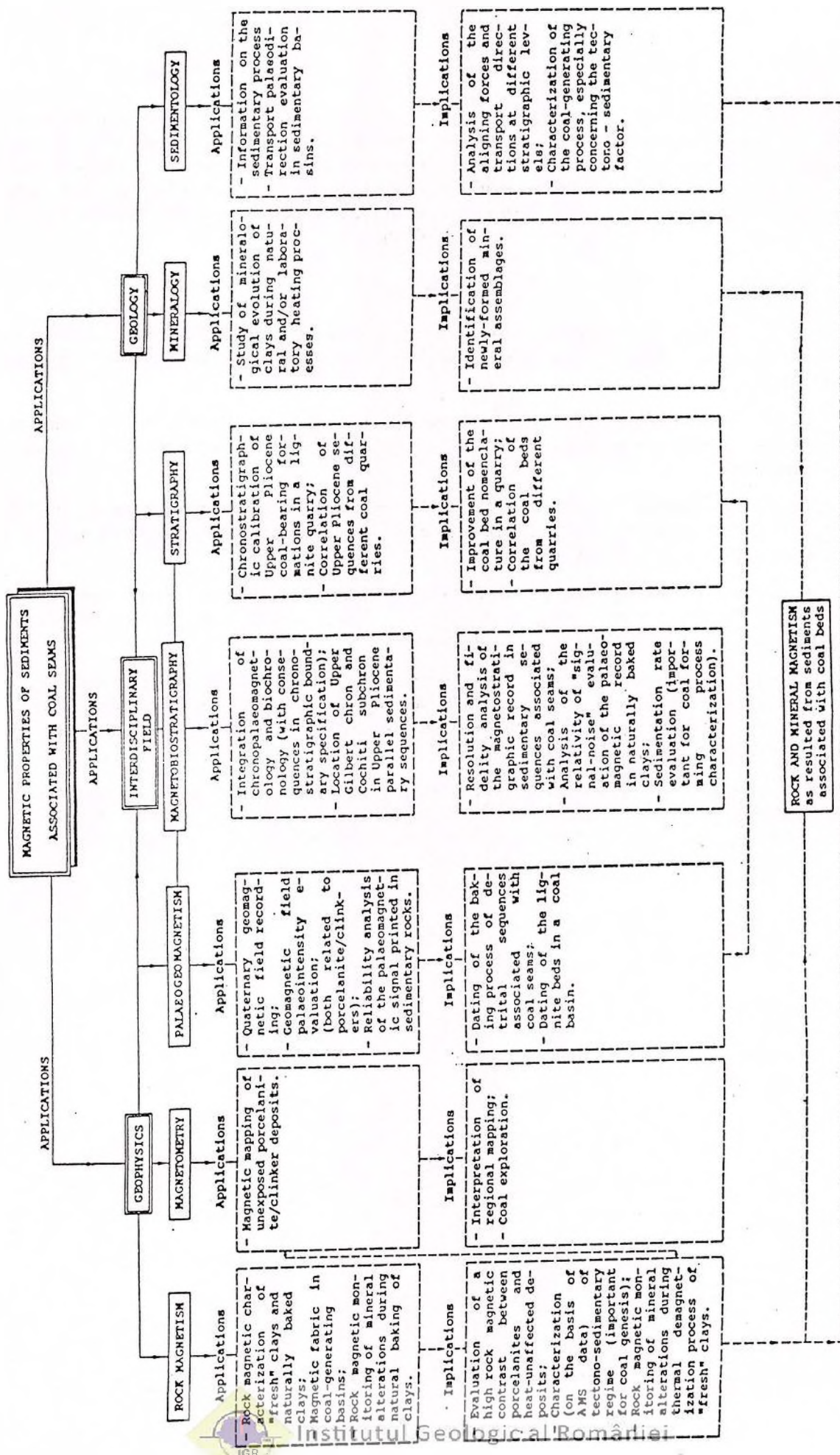
As regards the porcelanites and clinkers, these heat-affected rocks have shown (by XRD) modified or newly-formed mineral assemblages [e.g. hematite, cristobalite, tridymite, mullite, spinel, cordierite and magnetite (?)], which are correlated with the increasing temperature (1100–1200°C can be reached), in the successive stages from slight baking to more or less total fusion, towards the burnt coal seams (Rădan et al., 1994b).

These important changes in the mineralogy of the clays are resulting in the enhancement of the magnetic properties of the rocks during the post-depositional thermal perturbation. The baked clays show high values of magnetic susceptibility ($2580 \cdot 10^{-6}$ – $161000 \cdot 10^{-6}$ Slu.) and remanent magnetization intensity (150–5900 mA/m) as compared with natural non-affected clays. As a consequence, the occurrences of porcelanite-like clays, porcelanites and/or clinkers are producing strong magnetic anomalies (700–1450 nT) which are easily recorded by magnetic survey (Rădan et al., 1994a). The ΔT profiles demonstrate that it is possible to locate the burnt edge of a lignite bed. The method appears to have application in coal exploration.

Instead of Conclusions

The palaeomagnetism and rock magnetism of coal bearing formations which have been investigated in the north-western Dacic Basin are resulting in a series of applications and implications in Geophysics and Geology, and in an interdisciplinary field, too. Some of them have been revealed here.





În figură este expus un model interpretativ al aplicațiilor și implicațiilor proprietăților magnetice ale sedimentelor asociate complexelor de cărbune rezultate din lucrările noastre. Acesta poate constitui un cadru pentru concluzii prezente și discuții viitoare.

An interpretative model of the applications and implications of the paleomagnetic and rock magnetic properties of sediments associated with coal seams as resulted from our works is set out in Figure. This can form a framework for present conclusions and future discussion.

References

- Rădan, S. C., Rădan, M. (1993) Magnetic susceptibility anisotropy of coal bearing formations. *Annales Geophysicae*, I, 11, p. C96, Part I – Solid Earth Geophysics & Natural Hazards, Springer International.
- , Rădan, M., Rădan, S. (1993a) Rock-magnetic tests on clayey deposits in coal basins and reliability for magnetostratigraphic studies. *IAGA Bulletin*, 55, Part B: Abstracts, Div. I and II, p. 188, Argentina.
- , Rădan, M., Rădan, S. (1993b) Parallel investigations on remanent magnetization, magnetic susceptibility and magnetic anisotropy of rocks under thermal cleaning. *IAGA Bulletin*, 55, Part B: Abstracts, Div. I and II, p. 188, Argentina.
- , Andreescu, I., Rădan, M., Enciu, P. (1993c) Magnetic polarity and susceptibility anisotropy of rocks as tectono-sedimentary indexes in coal-generating basins. *IAGA Bulletin*, 55, Part B: Abstracts, Div. I and II, p. 134, Argentina.
- , Rădan, M., Rădan, S. (1994a) Magnetic properties of sediments associated with coal seams: applications and implications. "New Trends in Geomagnetism"–IV-th Biennial Meeting on Paleomagnetism, Rock-Magnetism and Data bases Usage, Castle of Trest', South Moravia, Czech Republic, Sept. 5–10, 1994, Abstracts, p. 14.
- Rădan, S., Rădan, S. C., Rădan, M., Vanghelie, I. (1994b) Mineralogy and magnetic properties of baked clays in Pliocene coal deposits of the Dacic Basin, Romania. Int. Mineral. Assoc., 16-th Gen. Meeting, Pisa, Italy, 4–9 Sept., 1994, Abstracts, p. 344–345.



CERCETĂRI PRIN SONDAJE MAGNETOTELURICE ÎN ZONE NOI ȘI DE PERSPECTIVĂ CU CONDIȚII GENETICE FAVORABILE ACUMULĂRII DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE METALIFERE DIN ZONA BAI A MARE

STUDIES BY MAGNETOTELLURIC SOUNDINGS IN NEW AND PROSPECTIVE ZONES HAVING GENETIC CONDITIONS FAVOURABLE TO THE ACCUMULATION OF MINERAL METALLIFEROUS RESOURCES IN BAI A MARE ZONE

D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, L. ASIMOPOLOS, A. IVANOV, H. NISTOR, C. VISARION

În condițiile fizico-geologice specifice Dacidelor Interne, Pienidelor și Dacidelor Mediane, aparținând sectorului nord-estic al Depresiunii Pannonică, datele magnetotelurice asigură un amplu conținut informațional care permite atât conturarea structurilor vulcanice, cât și evidențierea structurilor geologice de sub stivă cu produse vulcanice.

Sondajele magnetotelurice, executate de-a lungul a patru profile, au condus la elaborarea secțiunilor de distribuție în adâncime a rezistivității aparente și a fazelor care, prin corelare cu informațiile obținute prin procedee de inversie, au condus la realizarea unor modele adecvate scopului propus. Trebuie precizat faptul că informațiile furnizate de aceste sondaje magnetotelurice au fost interpretate avându-se în vedere și rezultatele magnetotelurice anterioare furnizate de modelele structurale Medieșu Aurit-Negrești-Tisa (finalizat în 1991) și Coltirea-Cicârlău-Vama (finalizat în 1993), precum și date oferite de cercetările gravimetrice, seismometrice, magnetice, geologice și de foraj, obținute în aria Munților Oaș-Gutâi.

Modelele bidimensionale, construite pentru cele patru profile menționate anterior, prezintă o corespondență bună cu majoritatea elementelor geologice de suprafață și de foraj cunoscute, furnizând, totodată, informații de ordin cantitativ privind raporturile structurale dintre cuvertura sedimentară și subasamentul metamorfozat, dintre curgerile de lave și formațiunile subjacente. De asemenea, a fost posibilă conturarea și dezvoltarea în adâncime a corpurilor plutonice neogene de care, din punct de vedere genetic, sunt legate structurile eruptive neogene în facies subvulcanic (fig.). Această imagine, dedusă din informația magnetotelurică, este confirmată de date magnetice și, parțial, de date gravimetrice, în special, în zonele unde sunt prezente mase de magmatite cu proprietăți mai ridicate decât cele ale cuverturii sedimentare sau ale fundamentului, cum ar fi cazul corpurilor din zonele:

On the physico-geological terms specific to the Inner Dacides, Pienides and Median Dacides belonging to the Pannonian Depression north-eastern zone, magnetotelluric (MT) data ensure an ample informational material permitting both to outline the volcanic structures or to point out the geological structures below the volcanic rocks pile.

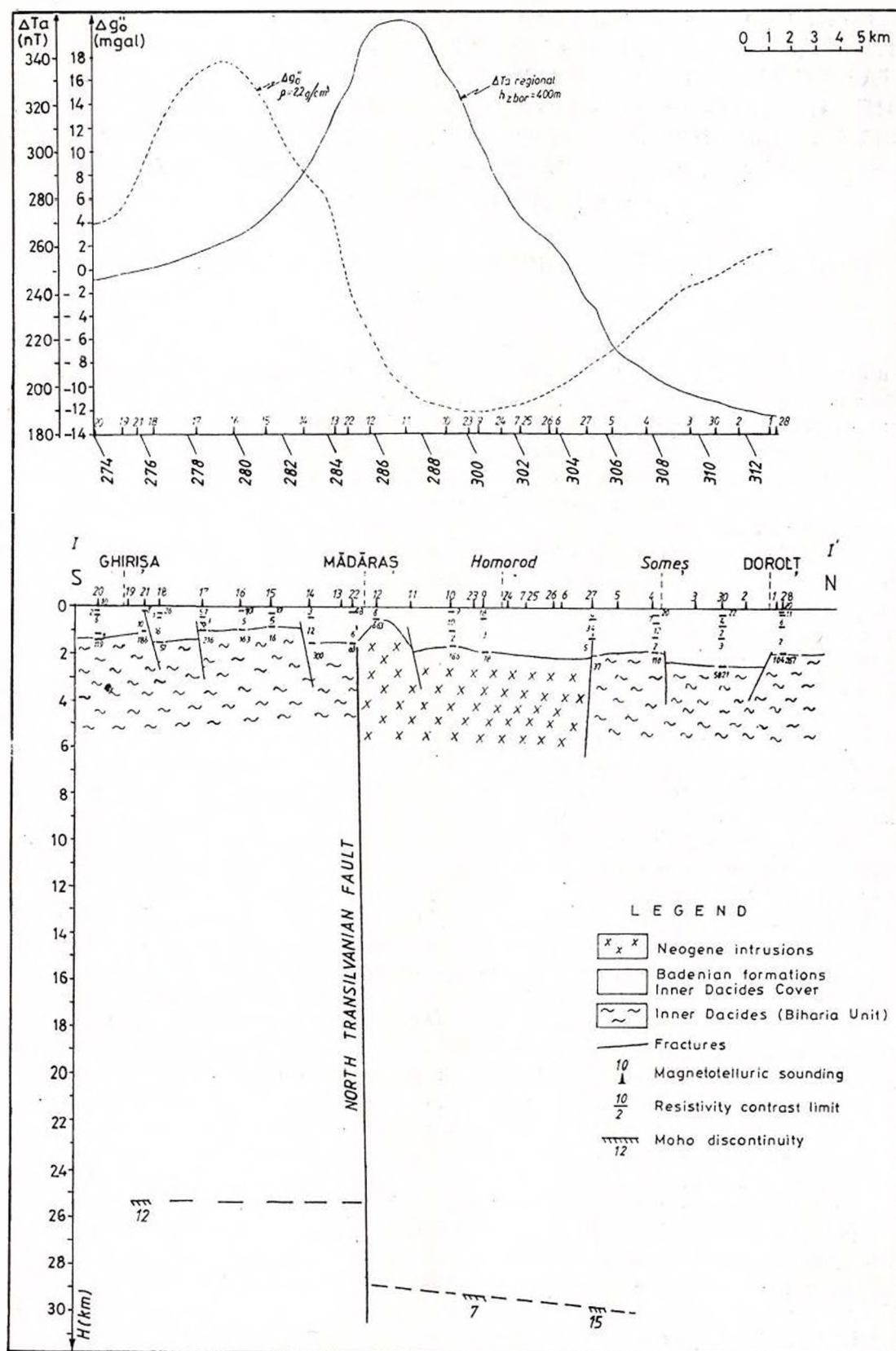
The magnetotelluric soundings, accomplished along four profiles, led to the elaboration of the cross sections regarding the distribution of the apparent resistivity and phases which, by correlation with the information provided by inversion procedures, allowed to achieve some models adequate to the proposed aim.

It is necessary to emphasize that the information supplied by these magnetotelluric soundings were interpreted taking also into account the previous magnetotelluric results, offered by the Medieșu Aurit-Negrești-Tisa (finalized in 1991) and Coltirea-Cicârlău-Vama (finalized in 1993) structural models, as well as the gravimetric, seismometric, geological and drilling data referring to the Oaș-Gutâi area.

The 2-dimensional models, elaborated for the four above-mentioned profiles have a good correlation with the majority of the known drilling and superficial elements, also supplying quantitative information concerning the structural relations between the sedimentary cover and metamorphosed basement, on the one hand, and between the volcano-sedimentary deposits and the underlying formations, on the other hand. It was also possible to outline, into the depth, the volcanic Neogene bodies that are genetically related to the Neogene eruptive structures in subvolcanic facies (Fig.). This image, deduced from MT results, is confirmed by magnetic and, partially, by gravimetric data, especially in zones where there are the magmatite masses having higher properties than those of the sedimentary cover or the basement, such as the bodies of Mădăraș, Dumbrava, Batarci, Sociu Valley, North



MAGNETOTELLURIC RESEARCHES ON THE GHIRIȘA-MĂDĂRAȘ-DOROLTȚ PROFILE



Mădăraș, Dumbrava, Batarci, Valea Sociului, Nord Cicârlău, Băile Puturoasa, Negrești și Vf. Higea.

Fundamentul metamorfozat, aparținând în sectorul vestic (Satu Mare – Orașu Nou) Dacidelor Interne, apare puternic tectonizat și compartimentat prin câmpuri de fracturi care creează un sistem de blocuri cu denivelări diferite, situate la adâncimi cuprinse între 600 m (Nord Mădăraș) și 2600 m (Sud Dorolț).

Sunt evidențiate, totodată, sistemele de fracturi regionale asociate falilor crustale majore Bogdan Vodă și Nord Transilvană, oferindu-se posibilitatea precizării gradului lor de implicare în evoluția proceselor geologice și în realizarea condițiilor genetice de acumulare a substanțelor minerale utile.

Modelele elaborate confirmă ipotezele anterioare și aduc elemente noi privind existența celor două paleo-plane de consum – unul corespunzător suturii majore tethysiene, iar celălalt zonei de consum a soclurilor primare ale pânzelor fișului carpatic, permițând unele precizări privind extinderea lor pe verticală, precum și gradul de implicare în caracterizarea tectonică regională. În ceea ce privește sectorul situat între cele două suturi, prin corelare cu informațiile obținute pe profilul Medieșu Aurit–Tisa, s-a apreciat că orizontul de bază, caracterizat prin valori de rezistivitate cuprinse între 125–860 ohm.m, ar aparține Pânzei de Băbești–Tiacev atribuită grupului Pienidelor. Prezența complexelor magmatice cu afinități ofiolitice exclude apartenența acestei unități la Dacidele Interne, impunându-se astfel atașarea acesteia la unitățile suturii majore tethysiene.

Blocurile majore, separate de cele două suturi, sunt caracterizate prin grosimi crustale de 25–26 km pentru arealul de dezvoltare al Dacidelor Interne, 30–32 km pentru blocul sialic al Dacidelor Mediane și peste 40 km pentru zona soclului subșariat al Platformei Europei Centrale.

Cicârlău, Băile Puturoasa, Negrești and Higea Peak.

The metamorphosed basement, belonging westwards to the Inner Dacides, appears strongly fractured by some faults that create a system of blocks with various levels, placed at a depth oscillating between 600 m (North Mădăraș) and 2,600 m (South Dorolț).

The regional fracture systems, associated to the Bogdan Vodă and North Transylvanian major crustal faults, are rendered evident, thus the possibility being offered to point out their implication degree in the development of the geological processes and in the creation of the genetic conditions for mineral resources.

The elaborated models confirm the previous hypotheses and bring new elements concerning the existence of the two paleo-plans of consumption – the first one corresponding to the Major Tethyan suture and the other one related to the consumption zone of the primary socles below the nappes of the Carpathian flysch, permitting some specifications concerning their extent in depth, as well as the involvement degree in the regional tectonic characterization. As regards the sector placed between the two sutures, by correlating with the information obtained on the Medieșu Aurit–Tisa profile, it was appreciated that the base horizon, characterized by resistivity values of 125–860 ohm.m., may belong to the Băbești–Tiacev Nappe, attributed to the Pienides group. The presence of the magmatic complexes having ophiolitic affinities excludes the affiliation of this nappe to the Inner Dacides, thus being imposed to become attached to the Major Tethyan Suture units.

The major blocks, separated by the two sutures, are characterized by crustal depths of 25–26 km for the Inner Dacides area, 30–32 km for the Median Dacides block and over 40 km for the zone of Central European Platform underthrust socle.



CERCETĂRI PRIN SONDAJE MAGNETOTELURICE IN ZONE NOI ȘI DE PERSPECTIVĂ CU CONDIȚII GENETICE FAVORABILE ACUMULĂRII DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE METALIFERE – ZONA BAIJA MARE **STUDIES BY MAGNETOTELLURIC SOUNDINGS IN NEW AND PROSPECTIVE ZONES HAVING GENETICAL CONDITIONS FAVOURABLE FOR THE ACCUMULATION OF THE METALLIFEROUS ORE DEPOSITS – BAIJA MARE ZONE (COAȘ-FIRIZA VALLEY PROFILE)**

D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, AL. BALEA, A. IVANOV

Cercetările magnetotelurice efectuate de-a lungul a două profile ce traversează depresiunea Coaș-Baia Mare, ariile vulcanice din partea centrală a Munților Gutâi și partea nordică a Depresiunii Transcarpatice, au avut scopul de a aduce noi elemente pentru descifrarea structurii geologice la scară regională.

În scopul obținerii de informații până la adâncimi de 10–15 km, micropulsațiile câmpului electromagnetic s-au înregistrat în banda de frecvențe 0,01–20 Hz. Pentru creșterea adâncimii de investigație, în 10 sonde, domeniul frecvențelor utilizate a fost extins până la 0,001 Hz.

Prelucrarea datelor se bazează pe descompunerea spectrală a înregistrărilor, folosind transformata Fourier rapidă, tensorul impedanță fiind determinat statistic, prin mediere spectrală, făcută pe principiul celor mai mici pătrate. Domeniul spectrului Fourier folosit în prelucrarea datelor a trebuit să fie astfel ales încât să asigure obținerea de valori ale tensorului impedanță pentru toate frecvențele echipamentului. Deoarece benzile de frecvență de operare nu pot fi acoperite cu gama de armonici folosită, se aplică "cascada zecimală". Etapa finală a procesului de prelucrare o constituie obținerea parametrilor folosiți în interpretare.

Inversia 1D a datelor magnetotelurice se bazează pe algoritmul Marquardt și folosește curbele de rezistivitate și fază. Secțiunile geoelectrice întocmite pe baza interpretării datelor magnetotelurice coroborate cu datele gravimetrice, magnetometrice și de foraj, au condus la evidențierea unor elemente structurale reprezentative pentru zona cercetată:

- evidențierea bazinului Coaș-Baia Mare, având depozite molasice cu grosimi cuprinse între 500–1000 m, posibil mai mari la Baia Mare;

- evaluarea grosimii plăcii neovulcanice (800m–MTS8 – 1200m–MTS1);

- dezvoltarea sub placa neovulcanică a pânzelor Pienine, neindividualizate din punct de vedere electric, cu grosimea medie de 2000 m și valori de rezistivitate vari-

The magnetotelluric researches carried out along two profiles crossing the Coaș-Baia Mare Depression, the volcanic areas from the central part of the Gutâi Mountains and the northern area of the Transcarpathian Depression, have had the aim to point out new elements to solve the regional geological structure.

In order to obtain information up to 10–15 km depth, the electromagnetic field micropulsations have been recorded in the frequency range 0,01–20 Hz. For the increase of the investigation depth, the range of the useful frequencies has been extended up to 0,001 Hz, in 10 soundings.

The data processing is based on spectral decomposition of the recordings, by using Fast Fourier Transform – the impedance tensor being statistically determined by spectral averaging, made on the least means squares principle. The range of the Fourier spectrum used for data processing has been selected in order to assure the impedance tensor values for all frequencies of the equipment. As the operation frequency ranges cannot be covered by the harmonics scale used, the "decimal cascade" is applied. The final stage of the data processing program offers the parameters used in the data interpretation.

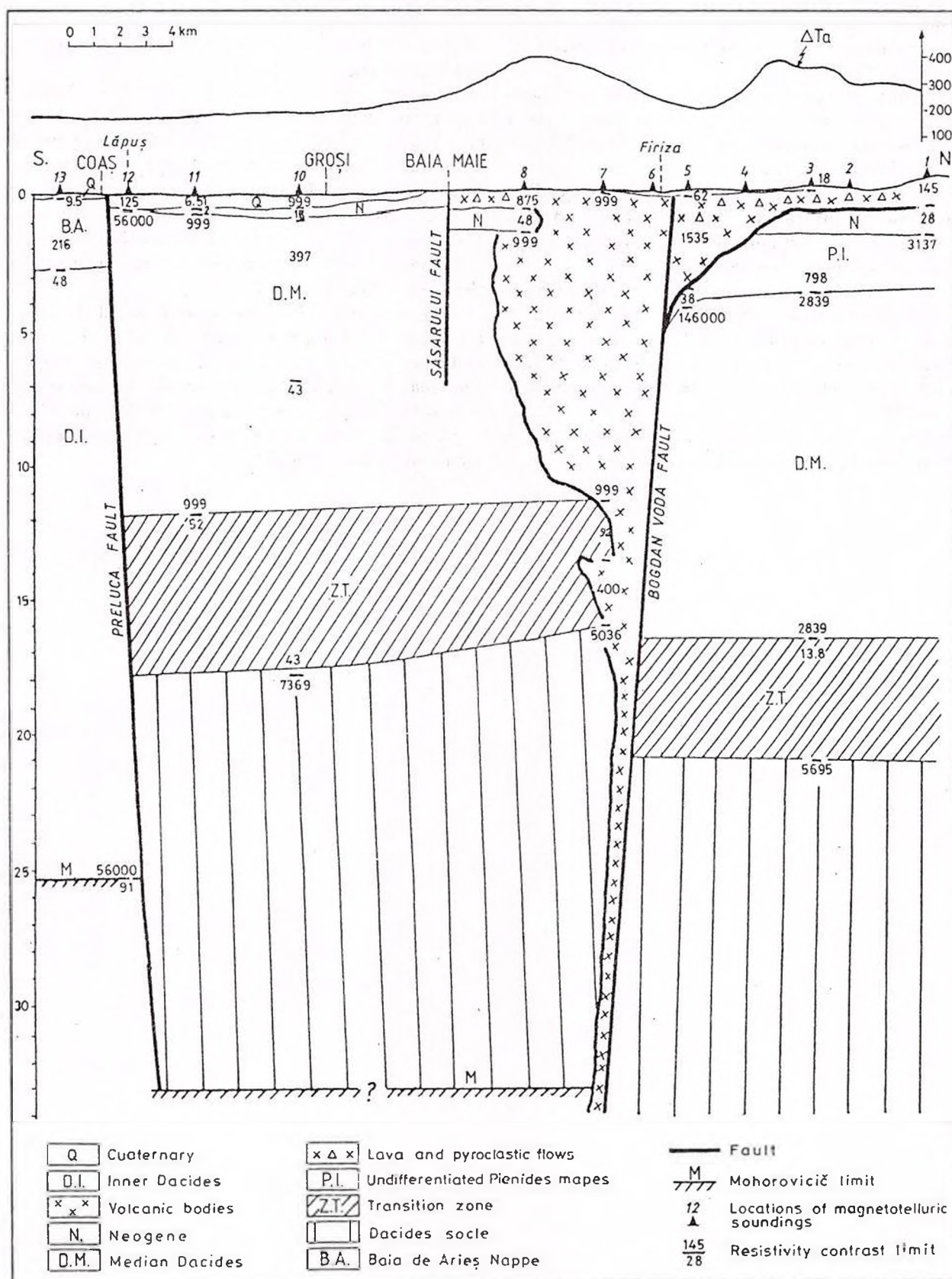
The 1 D inversion of the magnetotelluric data is based on the Marquardt algorithm and uses the resistivity and phase curves. The geoelectrical sections drawn up on the base of the magnetotelluric data interpretation, corroborated with gravimetric, magnetic and drilling data, have emphasized several new elements, illustrative for the investigated zone, such as:

- the emphasizing of the Coaș-Baia Mare Basin, having molassic deposits with thicknesses from 500 m up to 1000 m, probably greater in the Baia Mare region;

- the estimation of the thickness of the Neogene volcanic formation (800 m in MTS.8 - 1200 m in MTS.1);

- the development beneath the Neogene volcanic formation of the Pieniny Nappes, unseparated electrically, with thickness of 2000 m, on an average, and resistivity





Depth Geoelectrical Section on the Coas-Firiza Valley profile

ind într-un spectru larg;

- dezvoltarea în adâncime, până la aproximativ 11 km a plutonului neogen din Gutâiul de Sud, identificat și în datele aeromagnetice;

- prezența sub pânzele de Baia de Arieș, caracterizate de rezistivitate, a unui orizont conductor, care ar putea corespunde elementelor specifice Transilvanidelor (la sud de localitatea Coaș);

- caracterul normal al faliei transcrustale Preluca, de-a lungul căreia se realizează sutura dintre formațiunile aparținând Dacidelor Interne și cele aparținând Dacidelor Mediane;

- existența zonei de tranziție, identificată prin valori scăzute ale rezistivității aparente (13,8-52 ohm.m) și având grosimi de ordinul a 5-6 km. Apariția acestei zone ar putea fi explicată de trecerea de la faza casantă la cea ductilă, în condiții de temperatură de 350⁰-400⁰C.

În figură prezentăm rezultatele cercetărilor de pe profilul Coaș-bazinul superior al văii Firiza.

values ranging in a large scale;

- the development in the depth, up to 11 km, of the Neogene intrusive body from Southern Gutâi, identified in aeromagnetic data, too;

- the presence under the Baia de Arieș Nappes, which are characterized by high resistivity values, of a conductive horizon, which might correspond to the specific structural elements of the Transylvanides (south of the Coaș locality);

- the normal character of the transcrustal Preluca Fault, along which the suture between the formations belonging to the Inner Dacides and those belonging to the Median Dacides is achieved;

- the existence of the Transition Zone, identified by low values of the apparent resistivity (13.8-52 ohm.m) and being about 5-6 km thick. The appearance of this zone may be explained by the brittle - ductile transition at the temperature conditions of 350⁰-400⁰C.

The result of the researches on the Coaș-Firiza Valley profile is shown in Figure.

CERCETĂRI SEISMICE PRIVIND APLICAREA METODOLOGIEI UNDELOR REFLECTATE LA INVESTIGAREA DISCONTINUITĂȚILOR ADÂNCI DIN CRUSTA TERESTRĂ

SEISMIC ANALYSES CONCERNING REFLECTION METHOD FOR DEEP CRUSTAL DISCONTINUITIES

P. CRISTEA, B. STANCHEVICI, G. ION

Tematica investigării seismometrice a limitelor fizico-geologice situate la adâncimi mari în crustă este reactualizată în ultimii ani în programele de cercetare ale institutului, după o perioadă de cca. 15 ani de întrerupere a preocupărilor în acest domeniu.

Utilizarea metodologiei undelor reflectate, în varianta acoperirii multiple, metodologie folosită peste hotare preponderent pentru studiul structurii adânci, prilejuiește unele abordări metodologice în scopul facilitării alegerii parametrilor adecvați sistemului de observație.

Sunt analizate elemente care vizează **lungimea dispozitivului înregistrare, rezoluția înregistrării și parametrii stației la achiziția datelor**. Analiza acestora bazată pe relații fizico-matematice, a condus la elaborarea în final a unor programe de calcul automat interactive, care, în funcție de modelul geologic ales, permit evaluări rapide ale influențelor asupra calității finale a informației seismice.

Lungimea dispozitivului de pe teren, reprezentând distanța dintre punctul de generare și cel de recepție cel mai depărtat este condiționată în principal de favorizarea amplitudinii undelor seismice și de evaluarea mai bună a vitezei seismice.

Amplitudinea undelor seismice reflectate este analizată ca sumă al influenței divergenței sferice a frontului de undă, transmisiei prin refracție, absorbției energiei elastice, variației coeficientului energetic de reflexie în raport cu unghiul de incidență și ameliorării raportului semnal/zgomot prin procedeul acoperirii multiple.

Ca element de noutate se menționează includerea în algoritmul relației generale de calcul a secvenței de determinare a coeficientului de reflexie R_x , în funcție de unghiul de incidență, respectiv de offset. Programele de calcul permit diferite construcții grafice, dintre care o formă sintetică o constituie urmărirea câmpului de variație a mărimii R_x , în raport de contrastul de viteze seismice la limita studiată și valorile de offset, con-

In the last years, after a gap of about fifteen years, the theme concerning the seismic investigation of the deep geological limits, has been resumed in the research programmes of the Geological Survey of Romania.

The use of the reflected wave technique, which is intensively used abroad as a tool for deep seismic investigation implies some methodological approaches to facilitate a proper selection of parameters which characterise the corresponding seismic array.

Elements concerning the length of the receiving array, the recording resolution and the parameters of the acquisition station are analysed. The mathematical expressions which control the behaviour of these elements permitted us to achieve some interactive computer programmes, to evaluate the influence of each parameter on the quality of the final seismic recording.

The array length, representing the distance between the source and the farthest receiver, is mainly conditioned by the amplitude of the seismic waves and by an accurate estimation of the seismic velocities.

The amplitude of the reflected waves is analysed as a sum of the spherical divergence, refraction phenomena, mechanical absorption, the variation of the energetic reflection coefficient versus incidence angle (R_x) and the improvement of the signal/noise ratio as a result of the CDP reflection data.

As a novelty, in the general expression which controls the algorithm, the determination of the reflection coefficient as function of the incidence angle (offset respectively) is used. The computer programmes permit different graphical presentations, one of these being the range of variation of the R_x versus offset, converted in the incidence angle, and velocity ratios, for a given density contrast (Fig. 1).



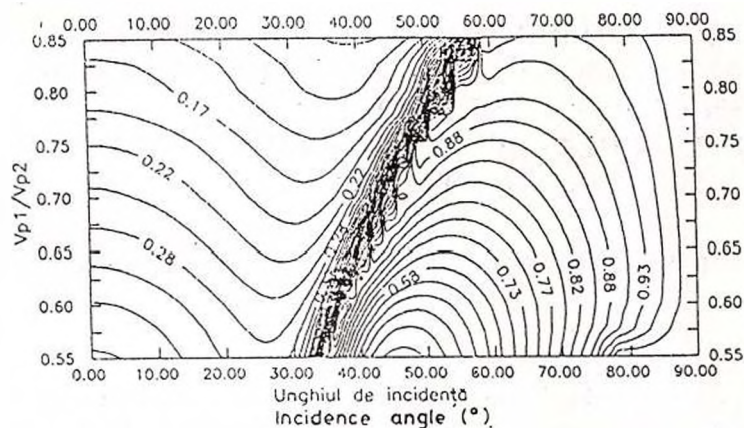


Fig. 1 – Evoluții ale coeficientului de reflexie, la nivelul limitei din baza crustei ($h=40$ km), în funcție de contrastul vitezelor undelor seismice longitudinale și valoarea unghiului de incidență (raportul densităților $\rho_1/\rho_2=0.85$). Seismic reflection coefficients at the base level of the Crust ($h=40$ km) for $\rho_1/\rho_2=0.85$.

vertite în valorile unghiului de incidență (fig. 1).

Graficul final al factorului de atenuare totală evidențiază aportul principal în alura sa a divergenței sferice și coeficientului de reflexie.

Studii privind vitezele r.m.s., și cele de interval ($V_{int.r.m.s.}$), au condus la elaborarea de programe interactive care realizează grafice ale erorii relative ale vitezelor r.m.s. pentru modelul fizico-geologic selectat. Astfel, este oferită o modalitate rapidă de localizare a domeniilor de offset care asigură erori ale vitezelor r.m.s. sub limitele impuse, în raport cu adâncimea și grosimea straturilor urmărite (fig. 2).

The final graphic of the total attenuation coefficient shows as the main contribution on its shape the spherical divergence and the reflection coefficient.

Studies concerning the r.m.s. velocities ($V_{r.m.s.}$) and interval velocities ($V_{int.r.m.s.}$) caused the achievement of a group of computer programmes which compute the relative errors of the r.m.s. velocities for given geological models. In this way rapid means is offered to find the scopes which permit $V_{r.m.s.}$ determination, within an accepted error domain, function of depth and thickness of the investigated strata (Fig. 2).

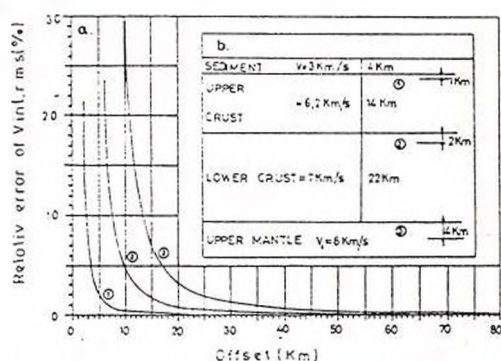


Fig. 2 – Eroarea relativă a vitezei de interval V_{RMS} în funcție de offset (a), pentru diferite adâncimi de situate și grosimi ale stratului analizat (b).

Relative error of the $V_{int.r.m.s.}$ as function of offset (a) for different depths and thicknesses of the investigated geological stratum (b).

Rezoluția investigării este prezentată în funcție de frecvența centrală a spectrului de frecvență al semnalului, permițând determinarea orientativă a grosimilor minime de strat ce pot fi evidențiate pe secțiunea seismică.

Parametrii aparaturii seismice la înregistrare (rata de eșantionare, domeniul de filtrare a frecvențelor, durata filei de teren) sunt stabilite în raport de spectrul de frecvențe al semnalului seismic și modelul fizico-geologic al zonei investigate.

Urmare a concluziilor analizelor metodologice de mai sus, s-a conceput și experimentat o variantă particulară a tehnologiei de achiziție a datelor seismice de reflexie, aceea cu offset progresiv crescător, denumită

The resolution is shown as function of the central frequency of the signal spectrum, permitting an approximate determination of the minimum stratum thicknesses that could be estimated on the seismic cross-section.

The parameters of the seismic station (sampling rate, the domain of frequency filtering and the length of the recording files) are settled function of frequency spectrum which characterises the seismic signal and the local physico-geological conditions.

As a result of the methodological analyses expressed above, a peculiar variant of the acquisition methodo-

și tehnologie walkaway prin similitudine cu procedeul omonim din carotajul seismic.

Înregistrările experimentale s-au desfășurat în partea de NV a Depresiunii Bârlad (pr. 5-19/92, zona Parincea) și în Platforma Moesică, în partea sa estică (pr. 16-19/93, zona Balta Albă) și central-estică (pr. 16-15/94, zona Buriși-Periș), realizându-se offset maxim de 10 km.

Înregistrările s-au desfășurat, așa cum este uzual, concomitent cu cele din programe de prospecțiuni pentru hidrocarburi, valorizând aceleași surse de generare a undelor seismice. Dispozitivul de înregistrare a constatat din 48 canale seismice, echidistanțate la 50 m, pe fiecare canal utilizând grupări de 12 geofoni, situați la 5 m interval. Sursele de generare a undelor seismice (cantități de cca. 2 kg exploziv) au fost amplasate la intervale de 100 m, la cca. 20 m adâncime. Tehnologia CDP aplicată a permis realizarea ordinului de acoperire 24.

În principal, pe secțiunile seismice au fost obținute elemente privind caracteristicile de reflectivitate ale crustei superioare și cele inferioare și informații structurale privind limite seismice din crusta neconsolidată (partea superioară a formațiunii sedimentare).

Analize speciale au fost impuse de stabilirea vitezelor r.m.s. pentru nivelurile mari de timp de pe secțiuni (8-20 s) și fructificarea acestora pentru prelevarea de viteze r.m.s. de interval.

În consens cu rezultatele teoretice privind erorile relative V r.m.s., a fost posibilă obținerea de viteze r.m.s. de interval doar pentru formațiuni situate până la cca. 5 s timp dublu de parcurs (de ex. pr. 5-19/92, complexe mesozoice și paleozoice sunt caracterizate de V r.m.s. = 5 km/s, spre deosebire de formațiunile cristaline ale soclului, V r.m.s. = 6,1 km/s). Asocierea valorilor de viteze de interval pentru limitele seismice contribuie la creșterea gradului de încredere a interpretării geologice a secțiunilor seismice.

Concluziv, se subliniază că utilitatea rezultatelor studiului metodologic a constatat din obținerea de informații structurale privind crusta terestră pe profile executate concomitent în cadrul prospecțiunii pentru hidrocarburi și din constituirea unui set de procedee ce permit alegerea de tehnologii adecvate de observații seismice în cadrul unor potențiale programe special destinate investigării structurii litosferei în Carpații Orientali și Vorlandul acestora.

logie for seismic reflection data was designed and experimented, with a progressively increasing offset, also called walkway techniques, by similarity with the homonymous procedure of seismic logging.

The experimental recordings were done in the north-western part of the Bârlad Depression (pr. 5-19/92, zone Parincea) and in the eastern part (pr. 16-19/93, Balta Albă zone) and in the central-eastern part (pr. 16-15/94, Buriși-Periș zone) of the Moesian Platform with until 10 km offset.

The recordings were achieved, as usual, concomitantly with the exploration programme for hydrocarbons, using the same generating seismic sources. The recording array was compounded by 48 channels, spaced at 50 m, each channel using 12 seismic receivers spaced at 5 m. The seismic sources (about 2 kg dynamite) were placed at 100 m interval, in drill holes at 20 m depth. The degree of coverage with CDP method applied was 24 fold.

Generally, on seismic sections elements regarding the reflectivity characteristics of the upper and lower crust, and structural information concerning the seismic limits from unconsolidated strata (the upper part of the sedimentary part) were obtained.

Special analyses were necessary to settle the r.m.s. velocities for large time intervals (8-20 sec.) and to determine interval r.m.s. velocities.

In accordance with the theoretical results concerning the relative errors of V r.m.s., it was possible to obtain interval r.m.s. velocities only for geological structures placed up to 5 sec. two-way time (e.g. pr. 5-19/92, Mesozoic and Palaeozoic complexes are characterized by V r.m.s. = 5 km/sec. values, in contradistinction to the crystalline formations of the basement, V r.m.s. = 6.1 km/sec.). The association of the interval velocities for some seismic limits produces the growth of the confidence degree in the geological interpretation.

In conclusion, the utility of the methodological results could be emphasised, which consists in the achievement of information about earth crust along profiles executed for hydrocarbon explorations and the design of a set of procedures which allow a proper selection of the seismic technologies, in the frame of potential programmes specially designated to investigate the lithospheric structure of the East Carpathians and their foreland.



**HARTA GRAVIMETRICĂ A ROMÂNIEI, SCARA 1:50.000,
FOILE NAGHILETA, MARGHITA, TĂȘNAD, POCIAIESTAR, SALARD
ȘI POPEȘTI
ROMANIA'S GRAVITY MAP, SCALE 1:50,000, SHEETS NAGHILETA,
MARGHITA, TĂȘNAD, POCIAIESTAR, SALARD AND POPEȘTI**

A. NICOLESCU, M. VIHRIȘTEANU

Elaborarea hărților gravimetrice pentru cele șase foi menționate în titlu s-a efectuat în baza unui număr de 4360 stații, cu o densitate medie de 3 stații/km². Hărțile au fost întocmite pentru două valori de densitate ale stratului intermediar, respectiv 2,20 g/cm³ și 2,67 g/cm³.

Fiind cunoscută competența metodei gravimetrice în descifrarea structurii ascunse din Depresiunea Panonică, unde contrastul de densitate semnificativ se realizează (în principal) între formațiunile neogene și cele preneogene, s-au obținut informații de detaliu asupra structurii geologice din această zonă. În fapt, aceste noi date argumentează, susțin și completează modelul structural actual, cunoscut din lucrări anterioare (Visarion, Săndulescu, 1988).

Stocarea datelor gravimetrice pe suport magnetic a făcut posibilă prelucrarea și interpretarea cu eficiență crescută a datelor primare rezultate din măsurători. Informația gravimetrică – pentru aceste foi – poate fi acum utilizată mai complet, devenind posibilă întocmirea unei mari varietăți de hărți (Bouguer, Faye, mediate, reziduale, cu derivate de diverse ordine etc.).

Dintre hărțile elaborate, harta anomaliei locale și cea a gradientului vertical de ordinul I sunt mai semnificative pentru precizarea elementelor structurale de detaliu. În aceste hărți morfologia blocurilor și a subcompartimentelor din cadrul lor au putut fi conturate cu destulă precizie (figura alăturată). Se distinge corelarea bună între zonele elevate ale fundamentului cu maxime gravimetrice, pe de o parte, și între zonele coborâte ale fundamentului cu minime gravimetrice, pe de altă parte.

În sfârșit, întocmirea hărților gravimetrice la scara 1:50.000 face posibilă racordarea arealului românesc al Depresiunii Panonice cu hărțile gravimetrice din zonele învecinate (Ungaria și Iugoslavia).

The gravity maps for the six sheets mentioned in the title have been elaborated on the basis of 4360 stations, with an average density of 3 stations/km². These maps have been drawn up for two density values of the intermediary bed, 2.20 g/cm³, respectively.

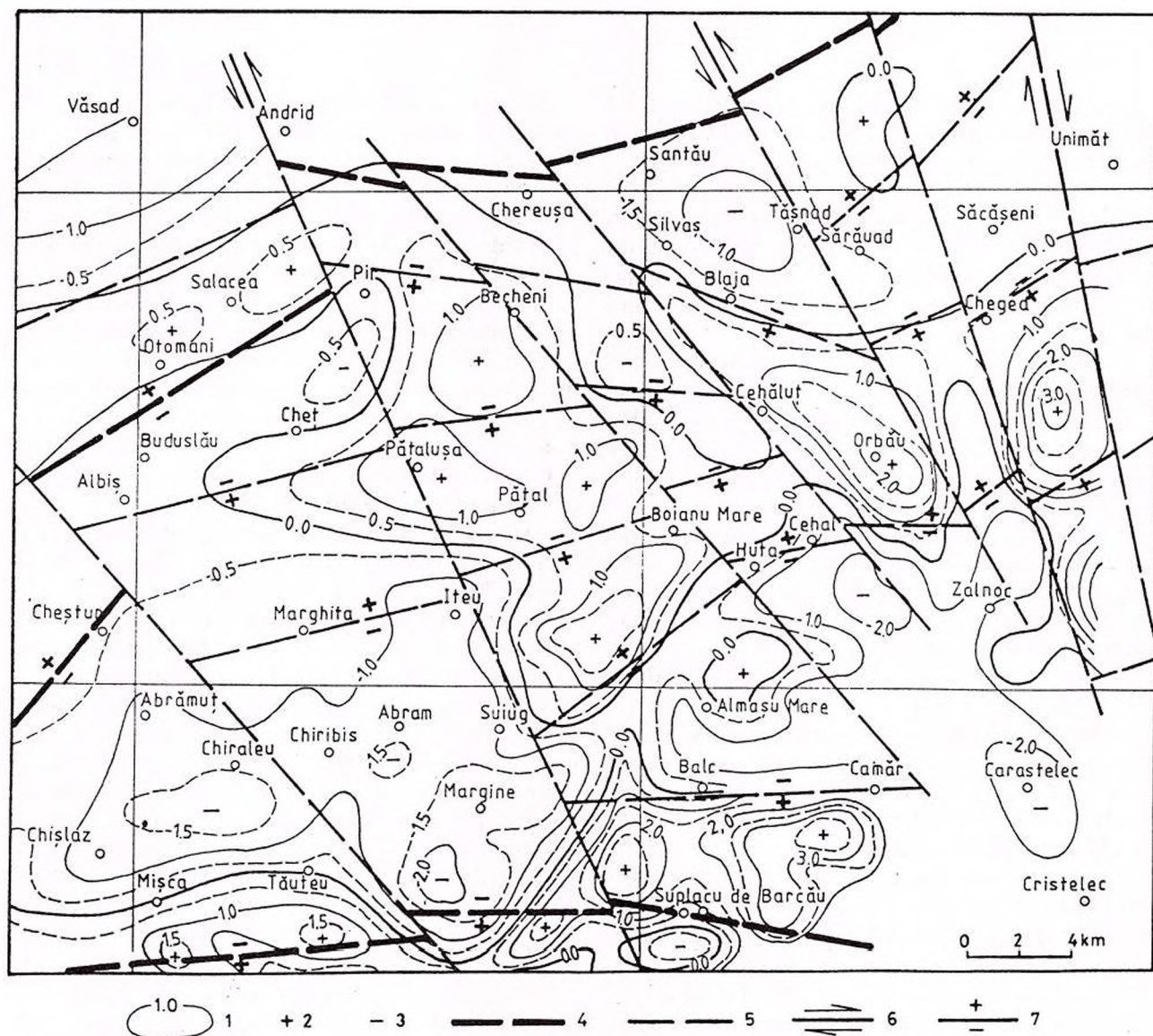
Considering the competence of the gravity method in the clearing up of the hidden structure in the Pannonian Depression, where the significant density contrast is mainly achieved between the Neogene and pre-Neogene formations, detail information has been obtained on the geological structure in this area. In fact these data argue, maintain and complete the present structural pattern known from previous papers (Visarion, Săndulescu, 1988).

The stocking of the gravity data on magnetic cards made possible the accurate processing and interpretation of primary data obtained by measurements. The gravity data – for these sheets – can be now used more completely, thus making possible the elaboration of a greater variety of maps (Bouguer, Faye, mediated, residual, with derivatives of diverse grades etc.).

Among the elaborated maps, the local anomaly map and the first grade vertical gradient map are more significant for the specification of the detail structural elements. On these maps the morphology of the blocks and of the subcompartments within them could be accurately outlined (Fig.). It is of note the good correlation between the uplifted zones of the basement with gravity maximums, on the one hand, and sinked zones of the basement with gravity minimums, on the other hand.

Finally, the drawing up of the gravity maps, scale 1:50,000, makes possible the correlation of the Romanian areal of the Pannonian Depression with the gravity maps of the neighbouring zones (Hungary and Yugoslavia).





Elemente structurale de detaliu deduse din hărțile gravimetrice la scara 1:50.000

1, izogală având valoarea de 1 mgal; 2, maxim gravimetric; 3, minim gravimetric; 4, fracturi de ordinul I; 5, fracturi de ordinul II; 6, fracturi de decroșare; 7, compartiment ridicat/coborât.

Detail structural elements deduced from gravity maps, scale 1:50,00

1, isograde of 1 mgal; 2, gravity maximum; 3, gravity minimum; 4, first grade fractures; 5, second grade fractures; 6, strike-slip fracture; 7, uplifted/sinked compartment.



RELAȚII TECTONICĂ-SEISMICITATE LA SUD-EST DE CURBURA CARPAȚILOR

TECTONICS-SEISMICITY CONNECTIONS SOUTH-EAST OF THE CARPATHIANS BEND ZONE

S. SPÂNOCHE

Dezvoltarea rapidă a rețelei de stații seismice din România, după anul 1977, precum și eforturile depuse pentru creșterea calității aparaturii au condus la acumularea unui mare volum de date; o situație asemănătoare se constată și pe plan mondial: numai între anii 1964-1977 factorul de creștere a numărului înregistrat de seisme a fost în jur de 3-4, față de perioada instrumentală timpurie (1900-1963) a seismologiei.

Îmbunătățirea substanțială a detectabilității seismelor a fost dublată de localizări geografice mai bune pentru epicentre și adâncimi ale focarelor. Saltul uriaș în privința numărului de evenimente seismice localizate în ultimii ani impune o nouă abordare a interpretării bazei de date a seismicității.

Pe această linie se situează și lucrarea de față, care își propune să evidențieze unele relații dintre configurația tectonică și seisme produse în crusta tectonică de la curbura Carpaților Orientali până în zona litorală din vestul Mării Negre.

Seismicitatea de adâncime intermediară (regiunea Vrancea)

În litosfera inferioară vrânceană sunt două importante zone seismice active, cuprinse în intervalele de adâncime 70-100 km și care apar sub forma unor plane de falii de orientare NE-SV, înclinate asemănător, 65-70° către NV (Trifu, 1991).

Ocupând o arie destul de restrânsă, aproximativ 20x50 km, cu dezvoltare mai mare pe direcția NE-SV seisme vrâncene determină în principal seismicitatea României; din 1649 cutremure ce au avut loc pe teritoriul nostru în perioada 1940-1980, 966 au fost localizate în zona Vrancea, 164 în apropierea acesteia, între Focșani și Bârlad, restul fiind distribuite în alte regiuni.

Unele din seisme vrâncene prezintă magnitudini peste valoarea $M = 6$, situându-se în categoria cutremurelor mijlocii și mari; numai în acest secol se cunosc peste 10 astfel de seisme, majoritatea dispuse clar pe direcție NE-SV, dintre care patru au avut magnitudinea peste 7 grade (1908, 1940, 1977, 1986). Ultimul seism puternic produs aici în luna mai 1990 a avut magnitudinea $M = 6,8$.

The rapid development of the seismic stations network in Romania after 1977, as well as the efforts for higher quality equipment led to the build-up of a large amount of data. A similar state is found all over the world: during the period 1964-1977 the number of recorded earthquakes increased by a factor of 3-4 in comparison to the 1900-1963 period.

The significant improvement of earthquake detection was combined by better accuracy in the estimation of epicentres locations and foci depth. The ever increasing number of recorded seismic events dictates a new approach of the seismic activity data base interpretation.

Following this direction, the present paper aims at outlining some connections between the tectonic configuration and the earthquakes occurred in the earth's crust from the East Carpathians Bend Zone up to the western Black Sea coast.

Intermediary depth seismicity (Vrancea area)

There are two significant active seismic zones in the Vrancea lower lithosphere. These are located within the 70-100 km depth range and occur as fault planes with NE-SW trending and similar dipplings of 65-70° toward NW (Trifu, 1991).

Even if the Vrancea earthquakes are distributed on a quite small area, about 2050 km with the larger edge directed NE-SW, they define the main seismic activities in Romania. Out of 1,649 earthquakes registered on the Romanian territory in the period 1940-1980, 966 were originating in the Vrancea area, and 164 in the nearby region between Focșani and Barlad towns.

Some of the Vrancea earthquakes show magnitudes higher than $M=6$, being included in the medium- and high-magnitude earthquakes. There are more than ten such earthquakes known in the 20th century with an obvious NE-SW trending. Four of them had a magnitude above seven grades (1908, 1940, 1977, 1986). The last important earthquake with $M = 6.8$ was registered in May, 1990.

The spatial distribution of the major strain axes orientation (P and T), computed by fault plane solution, show: the general NE-SW trend of the fracture plane, a quasi-vertical T axes orientation with a horizontal



Distribuția spațială a orientărilor axelor principale de tensiuni (P și T), arată orientarea generală NE-SV a planului de rupere, cvasiverticalitatea axelor T cu tendința de orizontalizare la adâncimi mai mari și compresii aproape orizontale, de orientare predominantă NV-SE, mai ales pentru seisme cu hipocentrul mai adânc de 140 km (Trifu, Oncescu, 1988).

Seisme subcrustale din afara zonei Vrancea

O serie de seisme produse în ultimul timp la adâncimi cuprinse între 55–90 km sunt plasate însă și la exteriorul ariei unde se concentrează principala activitate seismică din Vrancea; acest fapt a fost semnalat de Oncescu et al. (1988), pentru partea estică a Carpaților Meridionali, între meridianele 22–26, unde s-au produs unele cutremure subcrustale, cu hipocentrele la 54, 59 dar și 71 km. Soluțiile planului de falie pentru aceste seisme se deosebesc de cele din Vrancea, fiind prezente tensiuni orizontale și compresii aproape verticale.

Probabil că și seismele din: zona Miercurea Ciuc-Sf. Gheorghe, cu hipocentre la 75–95 km, zona Câmpina-Sinaia (85–90 km), zonele Afumați-Urziceni, Făurei-Brăila (în jur de 60 km) și, cu unele rezerve, regiunea cursului inferior al Dunării-Delta Dunării, pot fi încadrate în aceeași categorie.

Seisme crustale

Limita convențională a adâncimilor până la care se produc cutremure de acest tip se situează în jurul valorii de 45–50 km. Cea mai importantă zonă în care sunt prezente seisme normale este cuprinsă între marginea vestică a Platformei Est Europene și Orogenul carpatic (în W), respectiv platformele paleozoice (în S). Ea se caracterizează prin valori ale adâncimilor focarelor de 20–30 km în centrul Moldovei și ceva mai mari, 30–40 km, spre sud; doar în depresiunea Focșani seismele se produc și până la adâncimi de 40–50 km. Majoritatea lor sunt în general mici, de ordinul a 2–3 grade, relativ puține au 4 grade și numai trei peste $M=5$ (1959-Focșani $M=5,2$, 1960-Căzănești $M=5,4$ și 1981-Tulcea $M=5,2$).

Distribuția manifestărilor seismice normale este neregulată, epicentrele ocupând mari suprafețe ale teritoriului; corelarea epicentrelor cu principalele falii din zonă este dificilă din aceste motive și, deși în decursul anilor au existat câteva tentative în această direcție (Polonic, 1988), este necesar un alt mod de tratare a problemei.

Una dintre posibilele căi o reprezintă considerarea tendințelor rezultate din prelucrarea bazei de date, ca în lucrarea de față, unde din valorile numărului de seisme localizate în interiorul unei rețele pătratice, uniform distribuită, cu latura de 12,5 km, am realizat prin interpolare o hartă cu izolinii, reprezentând densitatea seismelor pe unitatea de suprafață convențională.

trend at large depths, and almost horizontal compressions with a NW-SE trend, particularly for earthquakes with a hypocentre deeper than 140 km (Trifu, Oncescu, 1988).

Subcrustal Earthquakes outside the Vrancea Zone

Several earthquakes, recorded in recent years at depths ranging between 55 and 90 km, occurred also outside the highest seismic activity area in Vrancea. This fact was stressed out by Oncescu et al. (1988) for the eastern part of the South Carpathians, between the 22 and 26 meridians, where subcrustal earthquakes occurred, with 54, 59 and 71 km deep hypocentres. The fault plane solution of these earthquakes differ from those in the Vrancea area by the presence of horizontal extension and almost vertical compressions.

It is likely that other earthquakes can be included in this category, e.g. those in the Miercurea Ciuc – Sf. Gheorghe zone with 75–95 km deep hypocentres, in the Câmpina-Sinaia zone (85–90 km deep), Afumați-Urziceni and Făurei-Brăila zones (about 60 km deep) and possibly the area of the lower course of the Danube-Danube Delta with some restrictions.

Crustal Earthquakes

The conventional depth limit for this class of earthquakes is about 45–50 km. The most significant zone for crustal earthquakes occurrence lies between the western edge of the East-European Platform and the Carpathian Orogen (in the west) and the Palaeozoic platforms (in the south). This region is characterised by 20–30 km focal depth in Central Moldova and 30–40 km in the south. Earthquakes with a focal depth of 40–50 km are recorded only in the Focșani Depression. Most of the earthquakes had low magnitude ($M=2-3$), few had $M=4$ and only three had $M=5$ (1959 - Focșani $M=5.2$, 1960 - Căzănești $M=5.4$ and 1981 - Tulcea $M=5.2$).

The crustal seismic manifestations have a quasi-random distribution, epicentres being spread on large areas. That is why it is difficult to correlate epicentres to the major faults of the region. Although there were some attempts in this respect (Polonic, 1988), this problem can be approached in a different way.

One solution is to take into account the trends resulting from the data base processing by using the number of earthquakes located inside each 12.5x12.5 km² of a uniform square mesh and generating an interpolating contour map of the earthquakes number density.

This map (see Appendix) is more powerful than an epicentres distribution map and creates a better picture of relations between tectonic activity and seismicity.



Această hartă (anexa) este mai expresivă decât o hartă cu distribuția epicentrelor și permite o vizualizare mai bună a unor relații dintre activitatea tectonică și seismicitate.

Analiza acesteia permite constatarea unor aspecte generale: în timp ce pe Platforma Moesică și în prelungirea acesteia din zona litorală a Mării Negre seismicitatea este redusă, fără a se putea contura direcții preferențiale de aliniere a epicentrelor, la nord de această unitate tectonică și anume în zona Orogenului Nord Dobrogean și a Platformei Scitice, activitatea seismică apare mai intensă, cel puțin pe o lățime de 70–75 km; mai departe către nord, la marginea Platformei Est-Europene se intră din nou într-un regim seismic tipic de vechi craton, unde crusta terestră este mai groasă, cu o structură mai simplă.

Trecerea de la Platforma Moesică la zona de tranziție către Platforma Est-Europeană se realizează de-a lungul fracturii Peceneaga-Camena, bine marcată prin izolinii de epicentre, alungite pe direcția NV-SE. Traseul acestei fracturi este deseori întrerupt prin linii de decroșare, orientate preponderent NE-SV, dar se urmărește cu caractere bine definite către NV, până în zona Tușnad, trecând aproximativ pe lângă localitățile Râmnicu-Sărat, S Focșani, Covasna, iar spre SE până pe platoul continental al Mării Negre.

Semnalam, în plus, că în apropierea traseului faliei Peceneaga-Camena sunt localizate seisme produse la adâncimi mai mari de 60 km, marcând caracterul transcrustal al acesteia. Rezultă că falia Peceneaga-Camena este o fractură majoră, de mare amploare; ea poate fi considerată în prelungirea fracturii transeuropene Teisseyre-Tornquist, de la Țărmul Mării Baltice până la Marea Neagră (TTL). După cum este cunoscut la NE de TTL, paralel cu marginea vestică a Platformei Est-Europene se dezvoltă o zonă de tranziție, cu o structură complicată, cunoscută sub numele TTZ (Guterch, 1986); ea poate fi corelată cu zona seismică semnalată de noi, la nord de fractura Peceneaga-Camena.

Mult mai puțin definită apare Falia Intramoiesică; de-a lungul ei, local, izoliniile numărului de epicentre au tot orientare NV-SE. Un posibil traseu ar cuprinde Câmpulungul, Moreni-sud Ploiești, NE București, Silistra-Sabla, și posibil mai departe către SV, în Marea Neagră.

Semnalam, de asemenea, tot pe direcția NV-SE traseele unor aliniamente, corelabile cu faliile din Dobrogea: Capidava-Ovidiu, Istria – pe zona șisturilor verzi, Heracleea – marcând probabil contactul dintre Orogenul Nord-Dobrogean și Platforma Scitică, Sf. Gheorghe – urmărită către SV numai până în zona Dunavăț și care ar delimita către NE un bloc mai co-

Several general points can be derived from this map: whereas in the Moesian Platform and its prolongation the Black Sea shore zone the seismic activity is reduced, making impossible to outline preferential lineament directions of the epicentres, north of this tectonic unit, namely in the area of the North-Dobrogean Orogen and of the Scythian Platform, the seismic activity seems to be more intense, at least on a 70–75 km width region. Farther north, at the margin of the East-European Platform, there is an area with a typical craton seismic regime due to a thicker and simple structure of the earth's crust. The transition from the Moesian Platform to the East-European Platform, achieved along the Peceneaga-Camena fracture, is well marked by the epicentres density isolines with a NE-SW trend. The route of this fracture is often interrupted by strike-slip lines, basically with a NE-SW trend, but can be easily traced toward NW, up to the Tușnad zone, passing nearby the Râmnicu-Sărat, Focșani south and Covasna towns and toward SE up to the continental shelf of the Black Sea.

Moreover, it is of note that earthquakes with a focal depth greater than 60 km were recorded nearby the Peceneaga-Camena lineament, indicating the transcrustal character of this fault. This leads to the fact that the Peceneaga-Camena fault is a major fracture. This fault can be regarded as a prolongation of the Teisseyre-Tornquist trans-European fracture, lying from the shoreline of the Baltic Sea up to the Black Sea (TTL). There is a complex structure transition zone, known as TTZ, NE of TTL and parallel to the western margin of the East-European Platform (Guterch, 1986). This transition zone can be correlated to the seismic area outlined by us north of the Peceneaga-Camena fracture.

The intra-Moesian Fault is less distinct. Along it, in several points, the isolines display a NW-SE trending. A possible route that can be extracted from the map would include Câmpulung, Moreni-South Ploiești, NE - Bucharest, Silistra-Sabla and possibly farther south-west, in the Black Sea.

Some lineaments with a similar NW-SE trend can be identified and correlated to the faults from Dobrogea: Capidava-Ovidiu, Istria - in the greenschists area, Heracleea - indicating probably the contact between the North-Dobrogean Orogen and the Scythian Platform; Sf. Gheorghe - followed toward SW only by the Dunavăț zone, that would delimit toward NE a lowered block of the Scythian Platform. A last lineament of the epicentres would occur northwards, namely Adjud, Bârlad-Kagul-N. Ismail-Crișan-Sulina that realizes the transition to the typical platform regime with local earthquakes.



borât al Platformei Scitice; un ultim aliniament posibil al epicentrelor s-ar afla mai la nord, pe direcția Adjud-Bârlad-Kagul-N. Ismail-Crișan-Sulina, de la care s-ar face trecerea către regimul tipic de platformă, cu seisme locale.

Analiza rezultatelor prezentate în anexa 1 permite în același timp constatarea că seismicitatea de la curbura Carpaților are un caracter net diferit, izoliniile fiind direcționate preponderent NE-SV.

Sunt evidențiate câteva aliniamente dintre care cele mai importante sunt cele marginale: în SE pe direcția S Ploiești-Rm. Sărat-E Tecuci și cel din NV, bine definit între Pitești-Adjud, cu prelungire posibilă spre Huși-Chișinău. Ultimul dintre acestea – care cuprinde și numeroase seisme de adâncime intermediară atât în zona Vrancea, cât și local la Sinaia, Covasna, Onești – ar putea fi corelat cu o fractură adâncă, de manta (Sollogub și Cekunov, 1985), ce pleacă din Siberia, intersectând Uralii și traversând întreaga platformă epicareliană, apoi de-a lungul aliniamentului deja descris de pe teritoriul țării noastre s-ar prelungi mult către S, în Bulgaria, până în regiunea Rodope.

Intersecția dintre această fractură transcontinentală – împreună cu alte falii de aceeași orientare, situate în vecinătatea sa imediată, din SE – și fractura transeuropeană ce urmărește linia TT (și falia Peceneaga-Camena) se realizează tocmai în zona seismică Vrancea. Aici se creează prin înaintarea relativă a diferitelor blocuri către SV, puternice neomogenități de viteze și gradienti (verticali și orizontali) ai acestora.

Mișcarea continuă a geoblocurilor respective, antrenate în deplasarea reciprocă a principalelor plăci litosferice, din vecinătate, conduce la acumulări mari de tensiuni, mai ales în zonele neomogene, în final la producerea marilor cutremure din zonă.

Lucrarea a scos în evidență unele caracteristici seismotectonice din Vorlandul Carpaților, pe baza distribuției izoliniilor de densitate a seismelor. A rezultat că seismele produse în zonă sunt de origine tectonică, fiind legate de poziția lor relativă față de contacte geotectonice active importante.

Au fost evidențiate câteva zone de sursă seismică; delimitarea acestora reprezintă o treaptă fundamentală și în analize probabilistice viitoare pentru determinarea hazardului seismic.

The analysis of Appendix map leads also to the conclusion that the seismic activity in the Carpathian Bend Zone is clearly different by isolines trending toward NE-SW.

Some lineaments are stressed out, the peripheral ones being more important: in the south-east on the S Ploiești-Rm. Sărat-E Tecuci lineament and in the north-west, well defined between Pitești and Adjud, with a possible prolongation toward Huși-Chișinău. The latter lineament, that includes also many intermediate earthquakes both in Vrancea area and locally at Sinaia, Covasna and Onești, might be correlated to a deep-seated mantle fracture (Sollogub and Cekunov, 1985). It starts in Siberia, crosses the Urals and the whole Epicarelian Platform, then, along the above described lineament on the Romanian territory, and extends farther southwards, in Bulgaria, up to the Rodope area.

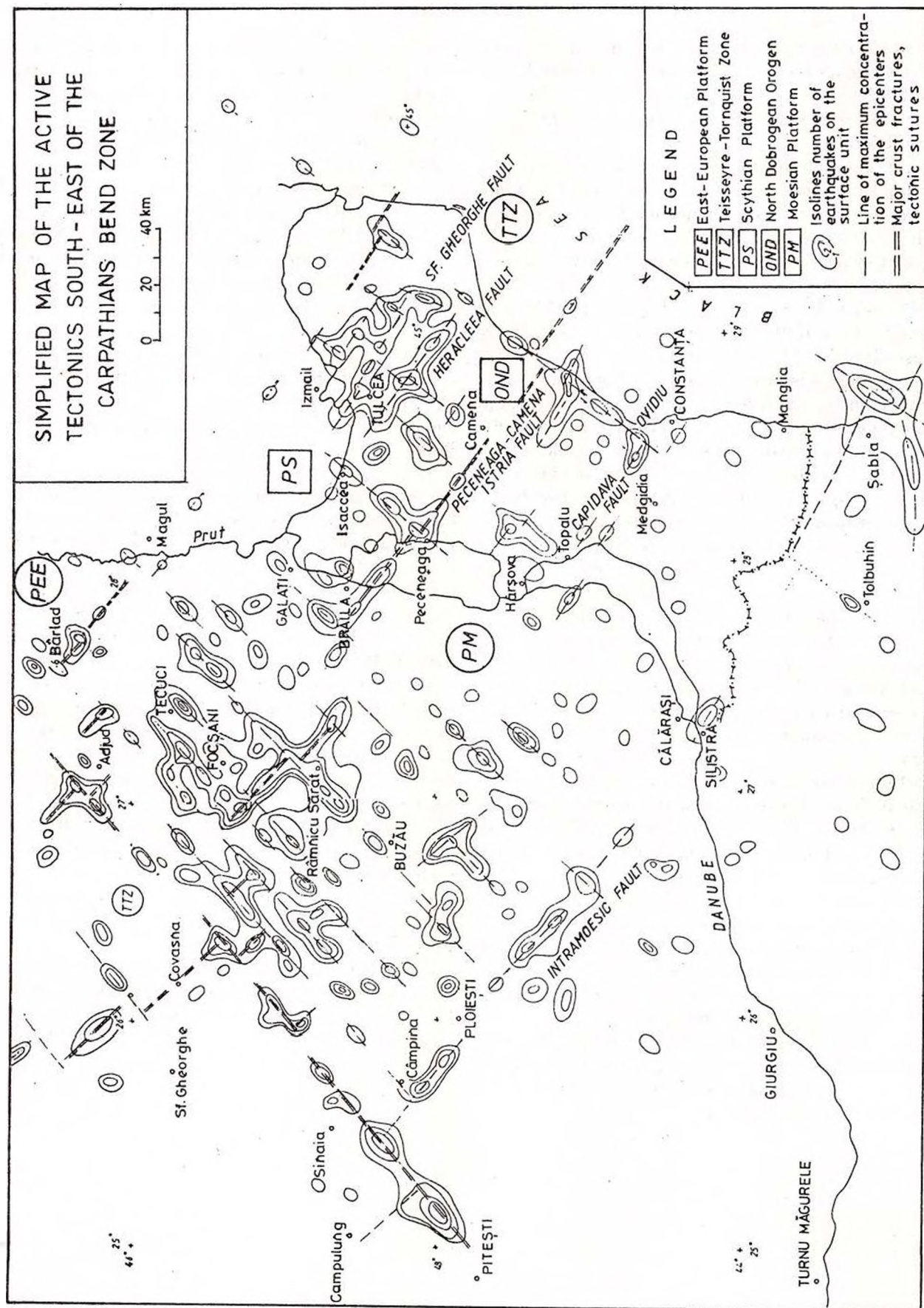
The crossing zone of this trans-continental fracture – together with other faults of similar orientation situated in its close vicinity, from the SE – and the trans-European fracture that follows the TT line (and the Peceneaga-Camena fault) are in the seismic area of the Vrancea zone. Strong velocity and vertical and horizontal gradients inhomogeneity are present in this area due to the relative advance of the different blocks toward SW.

The continuous movement of these geoblocks, involved in the mutual shift of the major lithospheric plates from the neighbourhood, leads to high tension accumulation, particularly in the inhomogeneous zones, and finally to the generation of large magnitude earthquakes.

This paper outlined some seismo-tectonic characteristics in the Carpathian Foredeep on the basis of the earthquakes density isoline distribution. As a consequence of this study, the earthquakes of this zone prove to be of tectonic origin, by their relative position to the major active geotectonic contacts.

Some zones of seismic activity have been pointed out. This is a fundamental stage in prediction studies for the seismic hazard estimation.





REFERENCES

- Guterch, A., Grad, M., Materzok, R., Perchuc, E. (1986) Deep structure of the Earth's crust in the contact zone of the Paleozoic and Precambrian platforms in Poland Tornquist-Teisseyre zone), *Tectonophysics*, 128, 3-4, 251-280.
- Oncescu, M. C., Ardeleanu, L., Popescu, E. (1988) The state of stress under the Meridional Carpathians inferred from slip vectors and source parameters, SEG, XXI General Assembly Sofia.
- Polonic, G. (1988) Neotectonic and Seismogenic Peculiarities of the East-European Platform and Adjacent Unit Borders in Romania, in Recent Seismological Investigations in Europe, Moskva, pag. 86.
- Sollogub, V. B., Chekunov, A. V., Starostenko, V. I. (1985) Prințipialnie certî stroenie litosferî Ucrainî, *Geof. Journ.*, 7,8, Kiev.
- Trifu, C. I., Oncescu, M. C. (1988) Three-Dimensional Image of Moment Tensor Principal Axes in Vrancea Region, Romania in Recent Seismological Investigations in Europe, Moskva, pag. 321.
- (1991) Un model al sursei seismice bazat pe distribuția de asperități și străpungerea tensiunii tectonice, cu aplicație în calculul seismogramelor teoretice, Teză de doctorat, IFA București.

CERCETĂRI SEISMICE, GRAVIMETRICE ȘI MAGNETICE SEISMIC, GRAVITY AND MAGNETIC RESEARCHES

P. CRISTEA, B. STANCHEVICI, S. SPÂNOCHE, D. IOANE, V. ROȘCA, F. SCURTU, L. ATANASIU

Cercetări seismice în zona de curbură a Carpaților Orientali și în avanfosa carpatică s-au efectuat din 1966 până azi.

Cercetări ale structurii crustei pe o scară largă au început în România cu investigații seismice de refracție. Cercetările au fost realizate de-a lungul a două geotraverse importante: profilul transcarpatic (XI), care are o lungime de peste 500 km și trece pe lângă localitățile Galați, Focșani, Tg. Neamț, Oradea, și profilul II, cu o lungime de peste 150 km, situat între Galați și Călărași.

Pe lângă aceste profile, înregistrări au mai fost făcute pe o parte din profilul XI₁ (Milcov-Vișani) și sondaje seismice pe aliniamente care au traversat Depresiunea Focșani.

Profilele seismice de reflexie adâncă au fost înregistrate în zonele sedimentare cu parametri de achiziție specifici prospecțiunii pentru petrol. În depresiunea carpatică această metodă a fost folosită sporadic înainte de 1990 și, cu o continuitate mai mare, în ultimii ani.

În 1994 au fost obținute înregistrări noi pe două profile seismice de reflexie, unul situat în partea sudică a Depresiunii Bârlad și celălalt în partea de est a Platformei Moesice.

În cele ce urmează vom prezenta interpretarea geologică a unui profil sintetic obținut din lucrări seismice de reflexie și refracție.

Figura 1 arată o descreștere a reflectivității cu adâncimea de la sud către nord și o creștere a grosimii cuverturii sedimentare. Cel mai coerent orizont este considerat a fi limita între formațiunile neogene și mezozoice. Această limită apare ca un reper seismic care în același timp separă două domenii de regim seismic: unul de suprafață, cu frecvente elemente reflectatoare, corelabile pe distanțe mari, reprezentând limite de separare între diferite formațiuni terțiare și altul subiacent, Mezozoic-Paleozoic, în care discontinuitatea reflexiilor și diminuarea lungimii acestora determină incertitudini ale interpretării geologice a secțiunii seismice.

Întrucât baza cuverturii sedimentare nu apare ca un reper seismic, poziția acesteia a fost stabilită prin corelare cu date de reflexie obținute anterior.

Cercetările prin seismica de reflexie au oferit in-

Seismic studies in the Eastern Carpathian Bend Zone and Carpathian foreland have been made from 1966 until today.

Crustal structure investigation on a large scale started in Romania with seismic refraction studies. Investigations were performed along two important geotraverses: the trans-Carpathian profile (XI), which is over 500 Km long and passes by the cities of Galați, Focșani, Târgu Neamț, Oradea, and profile II, over 150 km long, between the cities of Galați and Călărași.

Besides these profiles, records were made over a part of profile XI₁ (Milcov - Vișani) and for wide-angle seismic soundings crossing the Focșani Depression.

The deep seismic reflection lines were recorded in the sedimentary areas, with acquisition parameters proper for oil prospecting. In the Carpathian foreland this method was used sporadically before 1990 and with great continuity during the last years.

In 1994 new records were made along two seismic reflection lines, one in the southern part of the Bârlad Depression and the other one in the eastern part of the Moesian Platform.

We will further present a geological interpretation of a synthetic profile obtained from seismic reflection and refraction lines.

Figure 1 shows a decrease of reflectivity with depth from south to north and an increase in thickness of the sedimentary cover. The most coherent horizon is considered to be the boundary between Neogene and Mesozoic deposits. This boundary appears to be a seismic marker which separates at the same time two seismic regimes: a shallow one, very reflective, showing good correlation, which is specific for the limits between different Tertiary deposits; and a deeper one where the reflectivity decreases.

The Mesozoic and Palaeozoic layers generate rare and shorter reflection as well as some diffraction. Because the base of the sedimentary cover does not appear as a seismic marker, its position was established by correlation with the previous reflection data.

The reflection studies revealed information about boundaries of Palaeozoic deposits, sedimentary crystalline basement, upper crust and lower crust and allowed estimations for the depth of the Conrad and Mohorovicic discontinuities.



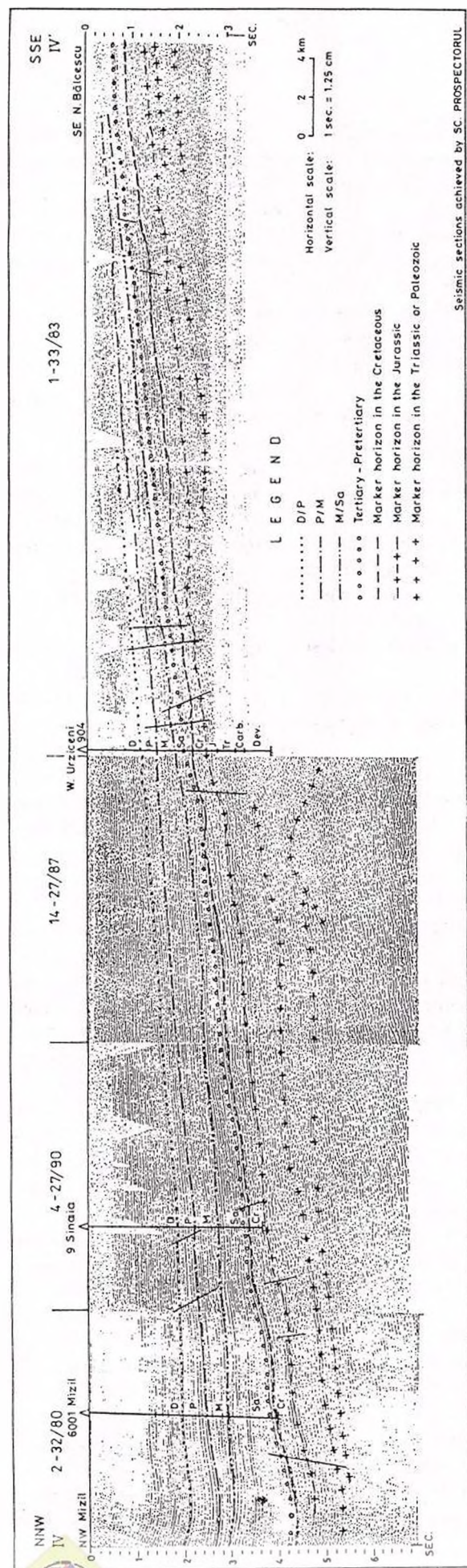


Fig. 1 - Secțiune seismologică de timp IV-IV',
Time IV-IV' seismological section

formații asupra limitelor depozitelor paleozoice, limita sedimentar - fundament cristalin, crusta superioară și crusta inferioară și au permis estimări ale adâncimii discontinuităților Conrad și Mohorovicic.

Suprafața depozitelor paleozoice reprezintă o discontinuitate seismică bună, îndeosebi atunci când grosimea cuverturii sedimentare este mai mică și devine și mai evidentă dacă secvența superioară nu conține depozite mezozoice. O bruscă descreștere a reflectivității marchează trecerea de la cuvertura sedimentară la fundament.

Crusta superioară apare ca fiind transparentă, cu câteva difracții și cu reflectori rari, scurți, slabi și sub-orizontali.

Reflectivitatea crustei inferioare pare să crească cu adâncimea până la 12-14 s. timpi ecou și se poate observa un grup de câteva reflexii cvasiorizontale mai numeroase și cu corelabilitate mai bună. Se consideră că acest facies seismic cu structură "lamelară" reprezintă crusta inferioară. Se poate determina astfel discontinuitatea Conrad ca o limită între crusta inferioară și crusta superioară transparentă.

Baza crustei este slab evidențiată printr-o reflectivitate ușor crescută, dar oferă adâncimea discontinuității Moho.

Pentru studiul grosimii litosferei au fost utilizate de asemenea date seismologice. La scară continentală, în partea de est a Europei adâncimea până la discontinuitatea Moho variază considerabil de la 18-20 km (Marea Neagră, Marea Egee, Depresiunea Pannonică) până la 50-65 km (Rodope, Carpații, Caucazul).

Intrucât stratul sedimentar are variații de grosime considerabile, de la zone de afloriment ale cristalinelui (în Carpați) până la mai mult de 15 km (în avanfosă) și de ordinul a 20 km în Depresiunea Focșani, a fost adoptat un parametru denumit "grosimea crustei consolidate". Datele de bază utilizate pentru determinarea acestui parametru au fost valorile adâncimii limitei Moho și grosimea sedimentarului; prin compilare a fost realizată o hartă cu izobate ale crustei consolidate. Câteva elemente sunt foarte importante pe această hartă: în primul rând se poate observa o diferențiere în grosimea crustei consolidate de-a lungul unei linii orientate aproximativ NV - SE. În partea sud-vestică grosimea este redusă (25-35 km), în timp ce în cea nord-estică, grosimea este foarte mare (40-45 km).

Rezultatele sondajelor seismice adânci efectuate în Polonia și Ucraina arată că aceasta este o zonă reprezentând limita dintre platformele precambriană și paleozoică, evidențiate între Marea Nordului și Marea Neagră, zona denumită Tornquist-Teisseyre cu proprietăți anormale importante. S-a determinat că grosimea crustei în această zonă este de 45-50 km pe o lățime de 50-70 km. Cercetările seismice de adâncime

The surface of Palaeozoic deposits represents a good seismic discontinuity especially when the thickness of the sedimentary cover is smaller and becomes more evident if the upper sequence has no Mesozoic deposits. A sharp decrease in reflectivity marks the transition from the sedimentary cover to the basement.

The upper crust appears to be transparent, with some diffractions or with rare, short, weak and sub-horizontal events.

The reflectivity of the lower crust appears to increase with depth till 12-14s Two Way Travel Time and we can observe a group of several quasi-horizontal reflections with good coherence.

We consider that this seismic facies with "lamellar" structure represents the lower crust. So we can determine the Conrad discontinuity as a limit between the lower crust and upper transparent crust.

The base of the crust is poorly expressed by a slightly higher reflectivity but offers the depth of the Moho discontinuity.

For the study of the lithosphere thickness seismological data were used, too.

At the continental scale in the eastern part of Europe the depth to the Moho discontinuity has considerable variations from 18-20 km (Black Sea, Aegean Sea, Pannonian Depression) down to around 50-65 km (Rhodope, Carpathian, Caucasus).

Since the sedimentary layer has considerable thickness variations, from areas of crystalline outcrops (in the Carpathians) to more than 15 km (in the Fore-deep) and around 20 km in the Focșani Depression a parameter called "the consolidated crust thickness", has been adopted. The data used for valuing this parameter were the depth to the Moho discontinuity and the thickness of the sedimentary layer; by compilation a map with isobaths of the consolidated crust has been drawn. Some elements are very important on this map. First we can see a differentiation in the thickness of the consolidated crust on a line running approximately from NW to SE. In the south-western part the thickness is small (25-35 km) while in the north-eastern part the thickness is very great (40-45 km).

The results of the deep seismic sounding performed in Poland and the Ukraine show that there is a zone representing the boundary between the Precambrian and Palaeozoic Platforms, evinced between the North Sea and the Black Sea, the so-called Tornquist-Teisseyre zone, which has highly anomalous properties.

The thickness of the crust in this zone was found to be 45-50 km on a width of 50-70 km. The deep seismic investigations prove also that TTZ is locally cut and displaced by transverse faults.

The TTZ is crossed on the Romanian territory by a fault striking NW-SE, the Chișinău - Vrancea - Câm-



arată, de asemenea, că TTZ este local secționată și deplasată de falii transversale.

Zona TT pe teritoriul României este traversată de o falie orientată NV - SE, falia Chișinău - Vrancea - Câmpina. Aceste falii care afectează crusta și litosfera ar putea explica seismicitatea zonei de curbură a Carpaților Orientali.

Pe de altă parte, date seismologice recente ne oferă unele elemente interesante: pe lângă aria epicentrală a cutremurelor intermediare din zona Vrancea, unele cutremure cu focare subcrustale se produc în partea estică a Carpaților Meridionali în zona Sinaia și, de asemenea, în partea nordică (Miercurea Ciuc, Sf. Gheorghe), în partea sudică (Afumați-Urziceni, Făurei-Brăila), precum și în est (Delta Dunării). Toate aceste cutremure sunt generate pe falii adânci active.

Alte date geofizice asupra structurii adânci au fost obținute prin modelarea anomaliei de gravitate. Au fost folosite mai multe hărți: harta gravimetrică, harta cu izobate pentru depozitele neogene, harta geologică și câteva secțiuni geologice.

Pentru îmbunătățirea secțiunii geologice anomalia gravimetrică a fost modelată folosind procedeul Talwani. S-a estimat că structura geologică a depozitelor neogene este tridimensională. Calculul a fost efectuat în ipoteza unui singur contrast de densitate (-0.35 g/cm^3).

Rezultatele obținute arată că depresiunea neogenă are o mare contribuție la existența minimului gravimetric regional, adăugându-se și un efect notabil al structurii adânci a litosferei.

Interesul geofizicienilor pentru analiza și interpretarea în termeni geofizici a undulațiilor geoidului la scară globală, regională sau locală se datorește informațiilor privitoare la structura internă a pământului, pe care astfel de anomalii le pot oferi.

Componentele cu lungime mare de undă ale geopotențialului pot fi obținute din analiza perturbațiilor satelitare de la orbitele "calculate"; în mod obișnuit soluțiile sunt mult îmbunătățite prin includerea observațiilor de altimetrie satelitară, a observațiilor satelit - satelit și a celor de gradientometrie satelitară. Soluțiile de geopotențial global conțin pe lângă datele satelitare, un număr important de observații gravimetrice terestre.

Este important de accentuat că undulațiile geoidului reflectă neomogenitățile din interiorul pământului, posibilitatea deducerii unor structuri geologice, limite și corpuri depinzând de corelarea sau suprapunerea unor trăsături geologice și geofizice. Luând în considerație aspectele menționate și ținând cont de neunicitatea interpretării datelor de potențial, pot fi evidențiate diferențe semnificative prin compararea anomaliilor geoidale și a celor de gravitate:

- dependența anomaliilor cu distanța față de sursă

pina fault. These faults that disturb the crust and the lithosphere also might explain the seismicity of the Carpathian Bend Zone.

On the other hand, recent seismological data give us some interesting elements: besides the epicentral area with intermediary earthquakes, in Vrancea zone, some earthquakes with subcrustal foci are present in the eastern part of the Southern Carpathians in the Sinaia zone, but also in the northern part (Miercurea Ciuc, Sf. Gheorghe), in the southern part (Afumai - Urziceni, Făurei - Brăila) and in the eastern one (Danube Delta). All these earthquakes are generated on the deep active faults.

Other geophysical data on the deep structure have been provided by modelling the gravity anomaly.

We used several maps: gravimetric map, map with isobaths for Neogene deposits, geological map and some geological cross-sections.

For the improvement of the geological cross-section the gravity anomaly was modelled using the Talwani method. It was estimated that the geological structure of the Neogene deposits is of tridimensional type. The computing was performed under the assumption of a single density contrast (-0.36 g/cm^3).

The results obtained show that the Neogene Depression has a great contribution to the regional gravity low and suggest that the deep structure of the lithosphere has an important contribution, too.

The interest of geoscientists for analyzing and interpreting in geophysical terms the geoid undulations on a global, regional or local scale is due to the valuable information which might be obtained by preparing models of the internal structure of the Earth. The long wavelength component of the geopotential field can be derived from the analysis of satellite perturbations from their predicted orbits; currently, the solutions are being improved by including satellite altimetry, satellite to satellite tracking and gradiometry. The satellite solutions have been extended with the inclusion of terrestrial gravity observations.

It is important to stress that the geoid undulations reflect physical inhomogeneities within the Earth (large scale boundaries with distinct density contrasts), the possibility of deducing geological structures, limits or bodies depending on the correlation or superposition between geophysical and geological features. Taking into account the above-mentioned aspect and the non-uniqueness in the interpretation of potential data, the comparison between geoidal and gravity anomalies may emphasize significant differences:

- the dependence with the distance to the source of the anomaly is proportional with $1/r$ in the case of the geoidal anomalies and with $1/r^2$ for the gravity ones, implying much deeper density contrasts revealed by the geoid;



este proporțională cu $1/r$ în cazul anomaliilor geoidale și cu $1/r^2$, în cazul celor gravimetrice, implicând un contrast de densitate mai accentuat relevat de geoid;

- anomaliile geoidale sunt mai netezite și mai largi decât cele de gravitate, reprezentând efectul unor mase neomogene adânci, care nu pot fi observate pe hărțile gravimetrice datorate componentelor de înaltă frecvență.

Pe continent, literatura referitoare la semnificația geofizică a anomaliilor geoidale este încă săracă - câteva investigații au început abia în ultimii ani, datorită dificultăților în determinarea cu precizie a unui geoid gravimetric regional (dată fiind confidențialitatea datelor gravimetrice) și complexității trăsăturilor geologice și tectonice. Componentele cu lungimi de undă intermediare și mici reflectă structura litosferei și crustei; maximele geoidale sunt generate de valori ridicate de densitate corespunzătoare unor roci vechi, compacte, în timp ce minimele geoidale reflectă structuri mai puțin dense de tipul bazinelor sedimentare sau al unor plutoni de natură granitică.

Analiza metodelor actuale pentru determinarea gravimetrică a geoidului (Integrala Stokes, Least Squares Collocation și Transformata Fourier Rapidă), ne-a dus la concluzia că metoda Transformatei Fourier Rapide este cea mai apropiată posibilităților noastre de calcul.

Modelul de geopotential global cel mai evoluat OSU91A (realizat la Universitatea din Ohio), a fost analizat și pe teritoriul României, lipsa unui set complet de date gravimetrice terestre afectând calitatea informațiilor.

Hărțile cu date geoidale prezentate în figura 2 ilustrează utilitatea unor astfel de informații pentru studiile de structură adâncă, geoidul gravimetric rezultat din modelul de geopotential OSU91A subliniind relațiile între unitățile tectonice majore. Harta evidențiază o subțiere semnificativă a litosferei de la est la vest reflectată de tendința generală de creștere a valorilor cotelor pe această direcție. Harta re-ziduală calculată ca diferență între quasigeoidul astrogravimetric și geoidul OSU91A accentuează tendința regională importantă deja menționată și contrastele majore de densitate asociate Carpaților Meridionali.

În afara studiilor de geoid, trebuie menționate hărțile anomaliei izostatice de pe teritoriul României. Au fost luate în considerație atât ipoteza Airy, cât și ipoteza Pratt.

Datele utilizate la realizarea hărților anomaliei izostatice au fost reprezentate de harta Bouguer realizată într-o rețea cu dimensiunea de $5' \times 7,5'$ de arc meridian și respectiv paralel. S-au utilizat hărțile publicate cu izolinii de corecție izostatică, în vederea calculării hărților anomaliei izostatice Airy pentru adâncimile de

- the geoidal anomalies are smoother and larger than the gravity ones, representing the effect of deep mass inhomogeneities which may be not observed in gravity maps due to high frequency components.

In Europe, the literature dedicated to the geophysical significance of the geoidal anomalies is still poor - such investigations started lately due to the difficulty of determining precise regional gravimetric geoids (considering the confidentiality of the gravity data) and the complexity of the geological and tectonic features. Intermediate and short wavelengths in the geoid may reflect the lithospheric and crustal structure; a geoid local high is generated by high density sub-surface features such as old and compacted rocks, while a local geoid low may reflect lower density structures, such as sedimentary basins or large acidic igneous intrusions.

The analysis of the actual methods for gravimetric geoid determination (Stokes Integral, Least Squares Collocation and Fast Fourier Transform) led us to the conclusion that the FFT method is the most appropriate, due to our computing possibilities.

Since the long and intermediate wavelengths of the geoid are to be obtained from a global geopotential model, the most advanced GGM released by the Ohio State University, OSU91A, has been analyzed on the Romanian territory, the lack of a consistent data set of terrestrial gravity information affecting its quality in this region.

The maps with geoidal data presented in figure 2 illustrate the utility of such information for deep structure studies, the gravimetric geoid derived from the OSU91A global geopotential model emphasizing relations between major tectonic units, on a background offered by the significant thinning of the lithosphere from east to west, reflected by a regional trend of continuously increasing geoid heights on this direction. The residual map, computed as differences between the astrogravimetric quasigeoid and the OSU91A geoid stresses the important already mentioned regional trend and major density contrasts associated with the Southern Carpathians.

Besides geoid studies, a concern for new isostatic anomaly maps of the Romanian territory should also be mentioned. Both Airy and Pratt systems have been considered.

The data used for preparing the isostatic anomaly maps have been Bouguer gridded values on a $5' \times 7,5'$ meridian/parallel arc grid. Already published isostatic correction maps for Romania have been used in order to prepare a set of Airy anomaly maps for 30 km, 40 km and 60 km compensation depth together with a Pratt anomaly map for a 116 km compensation depth.

Along a profile in western Romania, interpreting of aeromagnetic anomalies was performed by 2D mod-



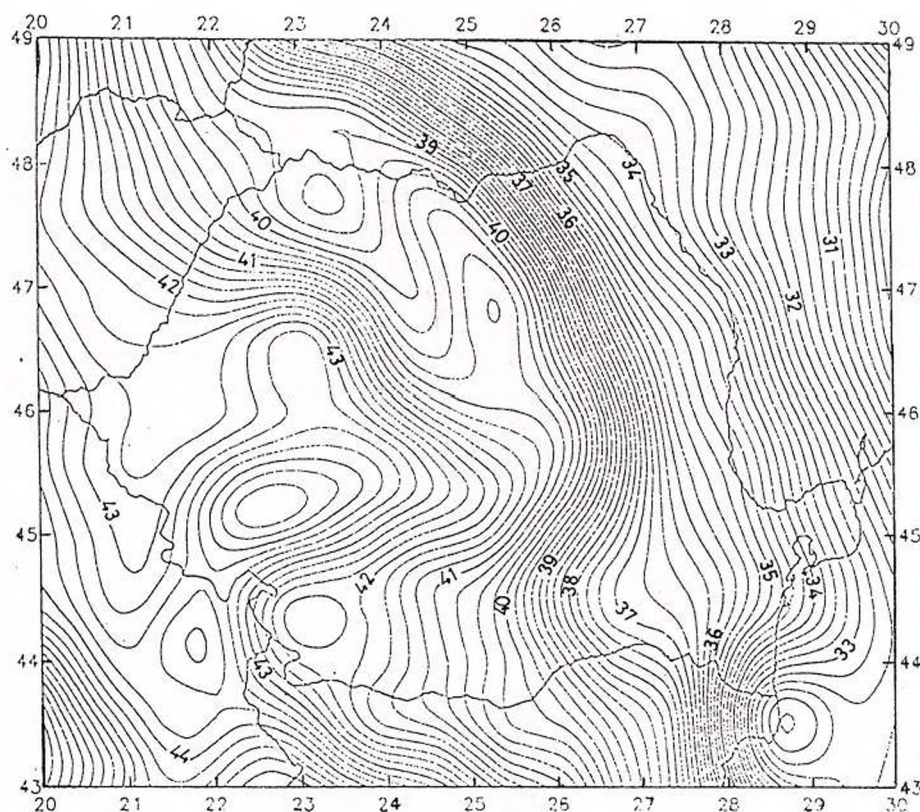


Fig. 2 (A) – Harta geoidului pe teritoriul României, obținută din modelul de geopotential global OSU91A (Rapp, 1991).

Map of the geoid on the Romanian territory obtained from the OSU91A global geopotential model (Rapp, 1991).

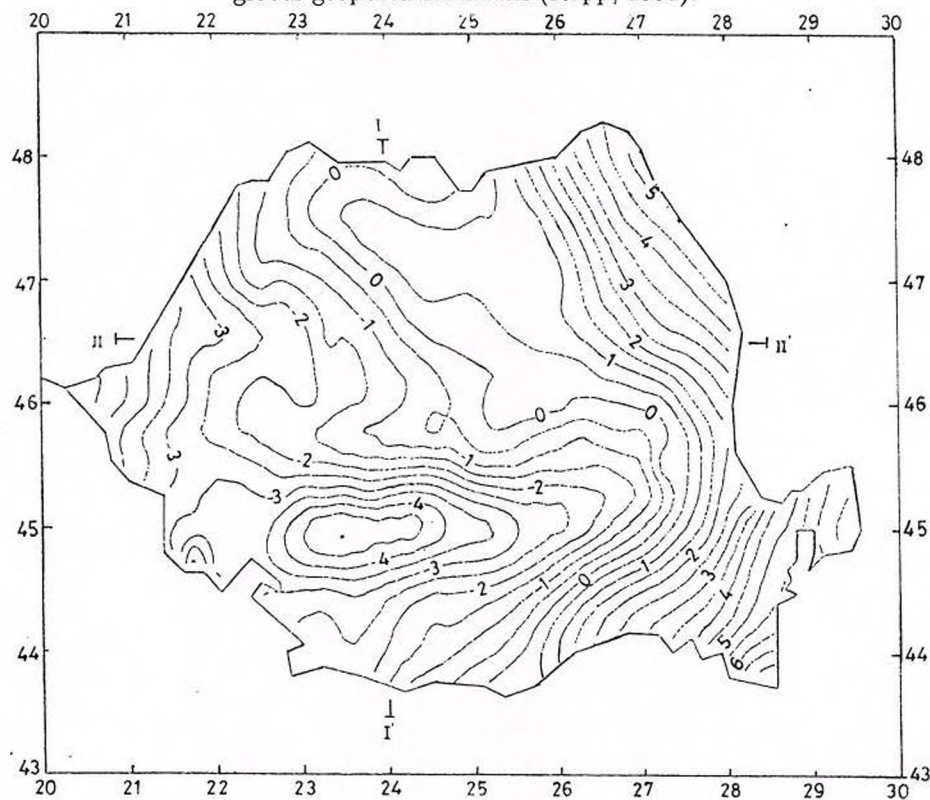


Fig. 2 (B) – Anomalii geoidale pe teritoriul României, obținute din diferența OSU91A – quasigeoid astrogravimetric (Ioane, Radu, 1994).

Geoidal anomalies on the Romanian territory obtained from the OSU91A – astrogravimetric quasigeoid (Ioane, Radu, 1991).



compensare 30 km, 40 km și 60 km și a hărții anomaliilor izostatice Pratt pentru adâncimea de compensare 113,7 Km.

O modelare bidimensională a fost făcută de-a lungul unui profil aeromagnetic situat în vestul României. Profilul este situat între Șistarovăț și Lugoj, orientat NNW-SSE. Modelul arată apariția ofiolitelor pe două linii paralele (WSW-ESE) între Șistarovăț și Bata (linia nordică) și între Belinț și Făget (linia sudică).

Rădăcina ofiolitelor, care se adâncește în partea sudică, se situează lângă comuna Secaș situată pe profil, unde rocile bazice se scufundă cu mai mult de 10 km.

elling. The profile is situated between Șistarovă and Lugoj, striking NNW-SSE. The model shows that ophiolites appear on two parallel (WSW - ENE) lines, between Șistarovăț and Bata (the northern one) and between Belinț and Făget (the southern one) respectively.

The root of the ophiolites, dipping southward, is to be noticed near the Secaș village on the profile, where these basic rocks sink for more than 10 km.

CERCETĂRI MAGNETOTELURICE MAGNETOTELLURIC RESEARCHES

D. STĂNICĂ, M. STĂNICĂ, A. IVANOV, AL. BALEA, H. NISTOR

În anul 1994 s-au executat un număr de 21 sonde magnetotelurice dispuse de-a lungul unui segment al geotraversei pannono-carpatică, jalonat de localitățile Lipova - Belinț - Lugoj.

Prelucrarea înregistrărilor obținute în teren, în domeniul de frecvențe 20-0,001 Hz, pe suport magnetic, cu ajutorul unui echipament magnetoteluric digital, a comportat următoarele etape:

- Conversia datelor din format tipic echipamentului magnetoteluric în format binar și stocarea lor în fișiere DOS;

- Procesarea propriu-zisă a informației stocate în fișiere DOS în vederea determinării tensorului impedanță în funcție de frecvență, prin aplicarea unui algoritim bazat pe Transformata Fourier Rapidă atât a unei serii de timp înregistrată normal (după direcțiile de măsură), cât și a unei serii de timp obținută după rotirea sistemului de coordonate.

- Selectarea valorilor de impedanță pentru cele două situații și construirea curbelor de rezistivitate și fază pentru E - polarizat (R_{min} , F_{min}) și B - polarizat (R_{min} , F_{min}), ceea ce presupune existența unei structuri bidimensionale.

- Pe baza diferitelor caracteristici ale acestor curbe, utilizând procedee de calcul adecvate (algoritmul Marquardt) s-a realizat inversia 1-D care a permis evaluarea atât a grosimilor, cât și a rezistivităților aparente care caracterizează structura stratificată a zonei investigate.

După eliminarea efectelor statice existente în curbele de rezistivitate (datorate neomogenităților superficiale), prin interpretarea inversă a curbelor de fază, s-a construit secțiunea geoelectrică de adâncime cu principalele limite de contrast de rezistivitate.

Rezultatele cercetărilor magnetotelurice sunt prezentate, în final, sub formă de pseudosecțiuni de rezistivitate și de fază - R_{max} , F_{max} (fig. 1) și R_{min} , F_{min} (fig. 2), precum și sub forma unui model de simulare de tip secțiune geoelectrică (fig. 3).

Interpretarea integrată a informațiilor magnetotelurice, magnetice și gravimetrice aduce elemente noi referitoare la structura geoelectrică profundă de-a lungul aliniamentului menționat.

21 magnetotelluric soundings, placed along a segment of the Pannono-Carpathian geotraverse marked by Lipova - Belinț - Lugoj localities, were accomplished in 1994.

The processing of the field records, in the frequency range of 20 - 0.001 Hz, on magnetic tapes, by means of digital magnetotelluric equipment, included the following stages:

- The data conversion from the typical format of the equipment into binary format, as well as their storage in DOS files;

- The proper processing of the files stored in DOS, in order to assess the impedance tensor depending on the frequency, by applying an algorithm based on Fast Fourier Transform both for time series recorded normally (on measurement direction) and for the rotated impedance tensor;

- The selection of the impedance values for the two cases and the drawing of the resistivities and phases curves for E - polarised (R_{min} , F_{min}) and B - polarised (R_{max} , F_{max}), which presumes the existence of a two - dimensional structure.

On the basis of various characteristics of these curves, by using adequate calculation procedures (Marquardt algorithm), the one-dimensional inversion was made, which permitted an estimation both of the depth and the apparent resistivities characterising the stratified structure for the investigated zone.

After taking off the static effect generated by the shallow inhomogeneities and interpreting inversely the phase curves, the depth geoelectric section including the main contrast limits was drawn up.

The results of the magnetotelluric researches are finally presented as resistivities and phases pseudosections - R_{max} , F_{max} (Fig. 1) and R_{min} , F_{min} (Fig. 2), as well as a simulation model - geoelectric section (Fig. 3).

The integrated interpretation of the magnetotelluric, magnetic, and gravimetric information supplied new elements regarding the deep geological structure along the mentioned profile.

The magnetotelluric researches emphasized the efficiency of the method to assess the depth and the relief



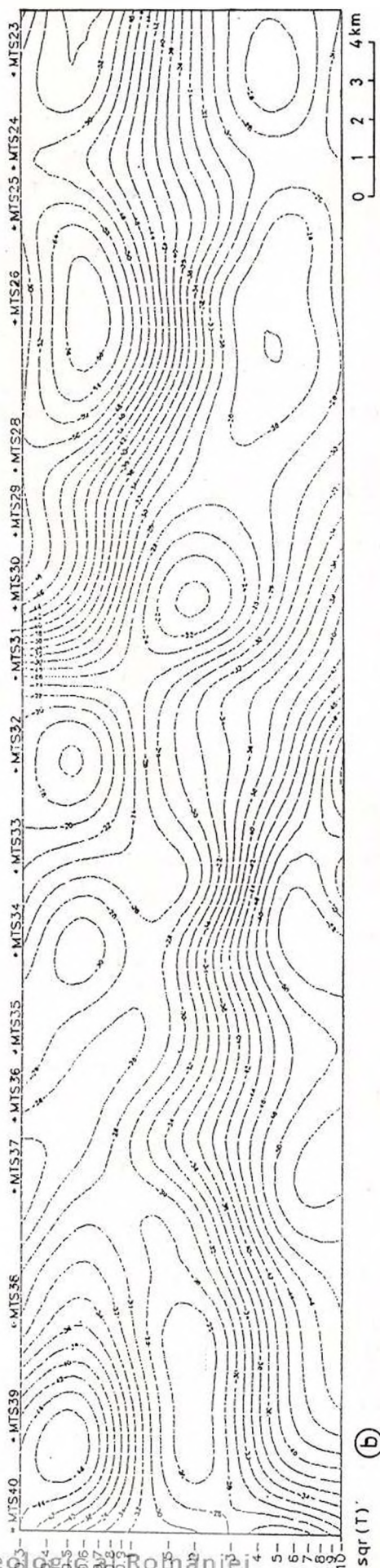
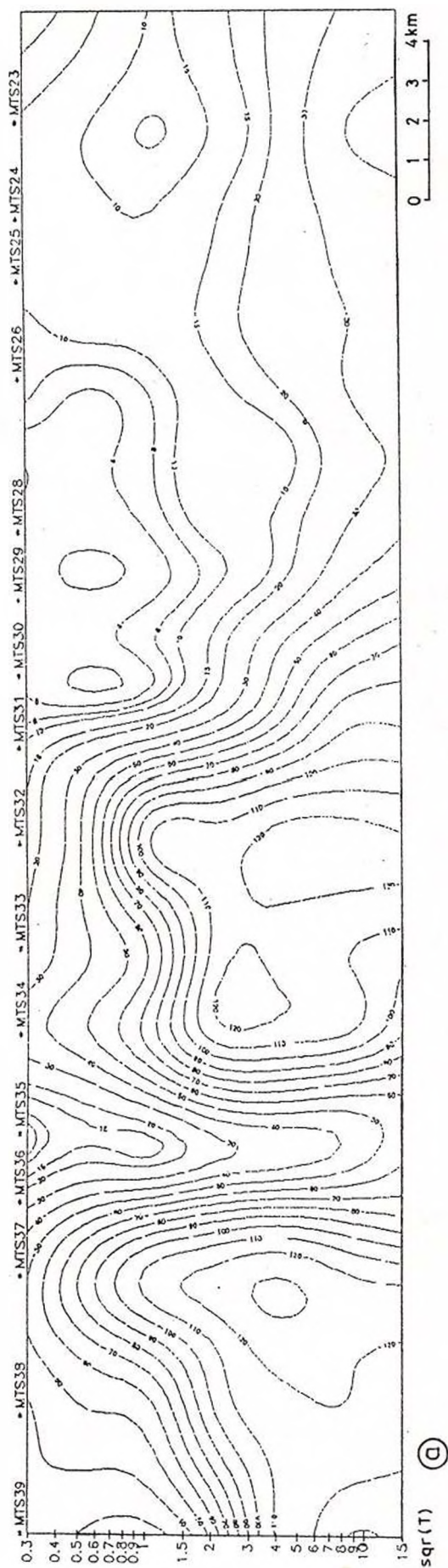


Fig. 1 – (a) Pseudosecțiune de rezistivitate (Resistivity pseudosection R_{max}) : *MTS21 - sondaj magnetotelluric (magnetotelluric sounding, 30 ohm.m, 30-100 ohm.m, 100 ohm.m); $sqr(T)$, radical din perioada (square root from the period (time)).
 (b) Pseudosecțiune de fază (Phase pseudosection FI_{max}) : *MTS21 - sondaj magnetotelluric (magnetotelluric sounding, -50 degrees, -50 - -30 degrees, -30 degrees); $sqr(T)$, radical din perioada (square root from the period (time)).

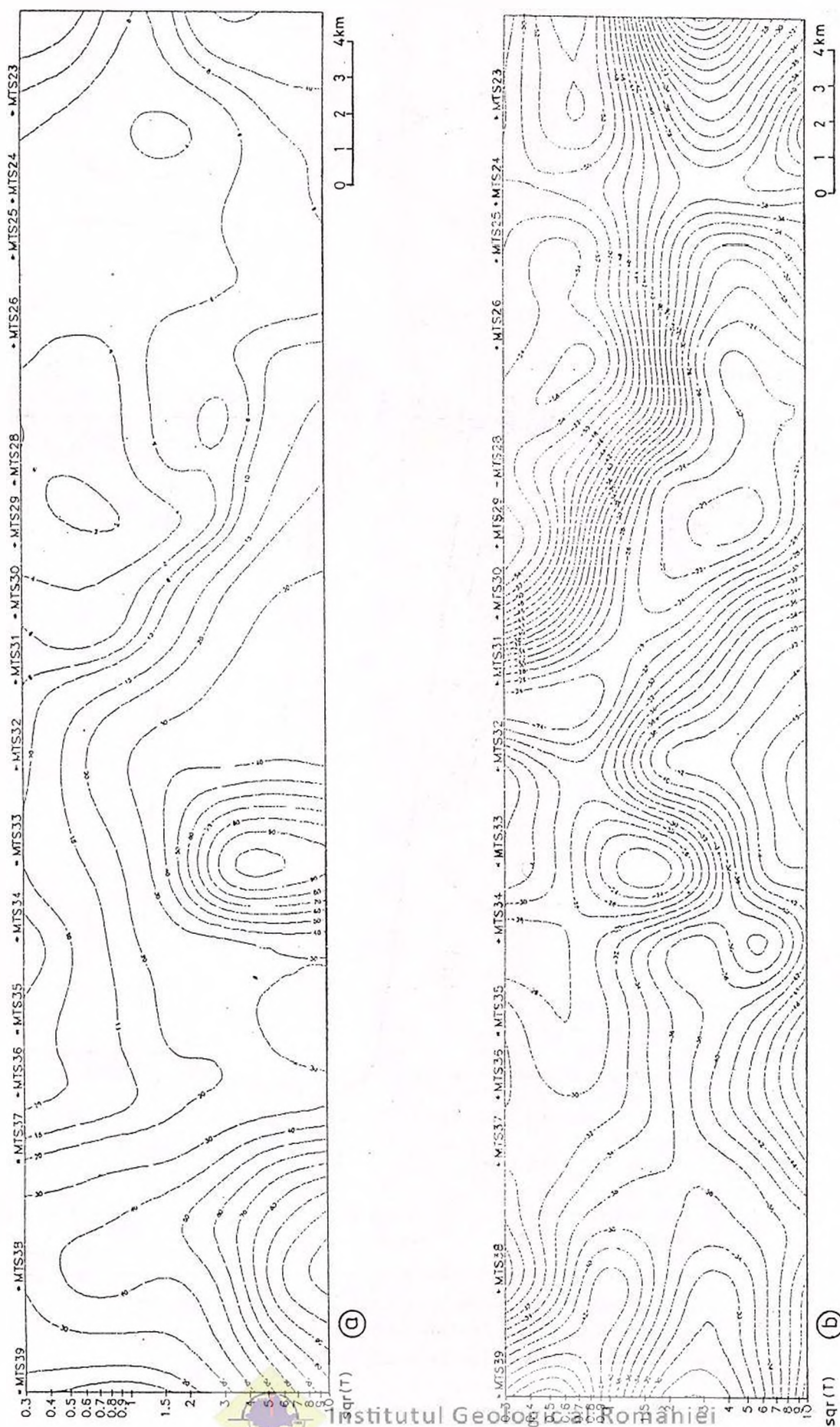


Fig. 2 - (a) Pseudosecțiune de rezistivitate (Resistivity pseudosection R_{0min}) : *MTS21, sondaj magnetoteluric (magnetotelluric sounding, 15 ohm.m, 15-40 ohm.m, 40 ohm.m); $\text{sqr}(T)$, radical din perioada (square root from the period (time)).
 (b) Pseudosecțiune de fază (Phase pseudosection F_{min}) : *MTS21, sondaj magnetoteluric (magnetotelluric sounding, -40 degrees, -40 - 30 degrees, -30 degrees); $\text{sqr}(T)$, radical din perioada (square root from the period (time)).

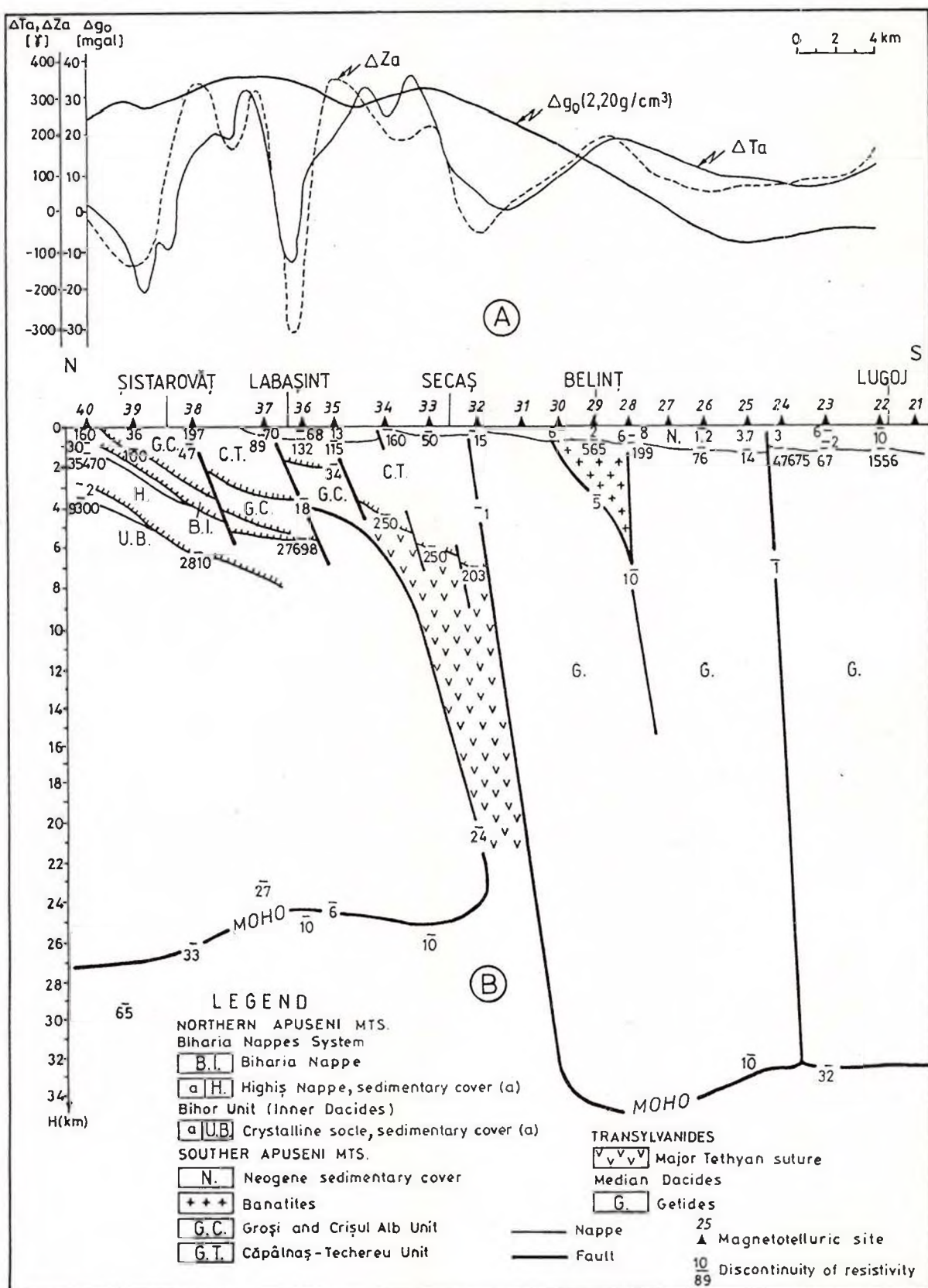


Fig. 3 – (A) Cercetări magnetotelurice pe profilul Șistarovăț-Lugoj; Δg_0 , gravimetric; ΔZ_a , magnetometric and ΔT_a , aeromagnetometric.

(A) Magnetotelluric Researches on the Șistarovăț-Lugoj section.

(B) Secțiune ipotetică de adâncime obținută pe baza datelor magnetotelurice.

(B) Depth hypothetical section obtained on the basis of the magnetotelluric data.

Cercetările magnetotelurice au arătat eficiența metodei la precizarea adâncimii și reliefului subasmentului metamorfozat, a raporturilor structurale dintre diferite unități tectonice, precum și a grosimii crustei.

Modelul geoelectric (fig. 3) evidențiază următoarele aspecte:

- Existența unei cuverturi sedimentare neogene, conductoare, care prezintă o îngroșare maximă (1800 m) în Bazinul Lugojului;

- Prezența unei suturi ofiolitice, reprezentată de unitățile nediferențiate ale Transilvanidelor, care este situată între 2 blocuri de crustă continentală corespunzătoare Dacidelor Interne (25-27 km grosime), la nord, și Dacidelor Mediane (34-36 km), la sud;

- Larga alohtonie a unităților care aparțin Transilvanidelor șariate spre nord, alcătuite în partea superioară din formațiuni cristaline prezentând caractere similare seriilor metamorfice din sistemul Pânzelor de Biharia ($R_o = 100 - 250 \text{ Ohm.m.}$);

- O evidentă delimitare a fracturii transcrustale Sud-Transilvană, care marchează contactul, spre sud, dintre Transilvanide și Panzele Supragetice din Carpații Meridionali. Aceasta produce o denivelare de aproximativ 10 km la nivelul crustei inferioare;

- Evidențierea șariajului Pânzelor de Groși și Criș peste Panzele de Highiş, precum și caracterul lor de pânze complet dezrădăcinate;

- Amploarea Pânzelor de Biharia și de Highiş, acestea din urmă având rezistivități mult mai ridicate.

of the metamorphosed basement, the structural reports between various tectonic units, as well as the depth of the crust.

The geoelectric model (Fig. 3) reveals the following aspects:

- The existence of a Neogene sedimentary cover, conductive, having a maximum thickness (1800 m) in the Lugoj Basin;

- An ophiolitic suture (Major Tethyan suture), represented by the undifferentiated Transylvanides units, is placed between two blocks of continental crust corresponding to the Inner Dacides (depth of 25-27 km), towards north, and Median Dacides (depth of 34-36 km), towards south.

- A large allochthony towards north of the units belonging to the overthrust Transylvanides, composed of crystalline formations that have features similar to the metamorphic series of the Biharia Nappes System ($R_o = 100 - 250 \text{ ohm.m.}$).

- An obvious limit of the transcrustal South-Transylvania fault which marks, towards south, the contact between Transylvanides and Getides. This produces a vertical displacement of about 10 km at the lower crust level;

- The Groși Nappes' thrust over the Highiş Nappes, as well as their characteristic as a completely uprooted nappe;

- The extension of the Biharia and Highiş Nappes, the last having much higher resistivities.

STUDII PRIVIND APLICABILITATEA METODEI MERCUROMETRICE LA LOCALIZAREA ACUMULĂRILOR DE HIDROCARBURI ON THE APPLICABILITY OF MERCUROMETRY IN LOCATING HYDROCARBON ACCUMULATIONS

D. IOANE, J. ANDREI

Cercetări cu caracter metodologic și asupra aplicabilității metodei mercurimetrice la investigarea mineralizațiilor de sulfuri polimetalice și auro-argentifere au fost realizate în cadrul Institutului Geologic al României de la începutul anilor '80, rezultate deosebite fiind obținute în zone cu eruptiv neogen din Munții Apuseni (Munții Metaliferi) și Carpații Orientali (Munții Oaș-Gutâi). Beneficiind de experiența dobândită și luând în considerare menționarea în literatura de specialitate a posibilităților de aplicare a metodei mercurimetrice la prospectarea acumulărilor de hidrocarburi lichide și gazoase, colectivul de cercetări mercurimetrice a inițiat în ultimii ani cercetări care au avut ca obiectiv studiul aplicabilității metodei la localizarea unor astfel de zăcămintе și la semnalarea unor falii sau fracturi de care structurile productive pot fi afectate.

Primele lucrări cu caracter experimental au fost executate în zona cutelor diapire, între Valea Ialomiței și Valea Teleajenului, pe structurile petrolifere și gazeifere bine cunoscute de la Ocnîța, Moreni, Băicoi, Tintea, Bucșani, Mărgineni și Vlădeni. Au fost obținute corelații remarcabile între sectoare cu concentrații anormale de mercur și zăcămintele investigate (fig. 1, fig. 2), rezultatele pozitive de aici fiind determinate, în opinia noastră, de prezența unor condiții favorizante: adâncime relativ redusă a acumulărilor de hidrocarburi (500–2500 m) și o tectonizare accentuată a formațiunilor sedimentare acoperitoare, determinată în mare măsură de diapirismul sării.

În alte cazuri, cercetările mercurimetrice întreprinse au evidențiat și limitări ale metodei, datorate îngropării la mare adâncime a unor acumulări gazeifere, situație însoțită și de o slabă tectonizare a depozitelor sedimentare acoperitoare (zona Conțești-Adjud, situată la limita dintre Promontoriul Nord Dobrogean și Depresiunea Bârladului), sau unor condiții geologice și structurale deosebit de complexe (zăcămintului de petrol Ghelînța-Covasna, situat în Oligocenul Unității cutelor marginale și acoperit cu formațiuni sedimentare groase de cca. 2000 m, aparținând Unității de Tarcău).

The Geological Institute of Romania started from the early eighties methodological researches aiming to apply mercurimetry in Romania. Studying the applicability of this method for base metal sulphides and Au-Ag ore deposits in the Apuseni Mountains and East Carpathians, best results have been obtained on such mineralisations associated with Neogene magmatism in the Metaliferi and Oaș-Gutâi Mountains. Considering the broad experience accumulated during this rather long interval of time and the fact that different authors from the former Soviet Union, U.S.A. and Canada stated the possibility of locating oil and/or gas fields by means of mercury content anomalies in soil gases or soil samples, the Geological Institute of Romania developed a project dedicated to the mercurimetric investigation of hydrocarbon bearing geological structures.

The first experimental works have been carried out on well-known oil fields north of Ploiești town, situated on the internal, folded sector of the East Carpathians Foredeep, characterized by salt diapirism and important oil and gas accumulations in Neogene sedimentary deposits: Ocnîța, Moreni, Băicoi, Tintea, Bucșani, Mărgineni and Vlădeni. The mercurimetric measurements revealed the presence of several sectors with important Hg content anomalies in soils overlying the oil fields. The positive results obtained in this region (Fig. 1, Fig. 2) seem to be related to the shallow position of the hydrocarbon accumulations (500–2500 m) and to structural and tectonic aspects connected mainly to salt diapirism processes.

In other regions, due to the deep burial of the oil and gas accumulations and to the absence of important systems of fractures in the sedimentary cover, the mercurimetric researches did not offer correlations between the high Hg content anomalies and the hydrocarbon deposits, emphasizing the critical influence of these parameters: depth of burial and ways of migration.

Our studies have shown that when at least one of the above mentioned conditions is respected, the mer-



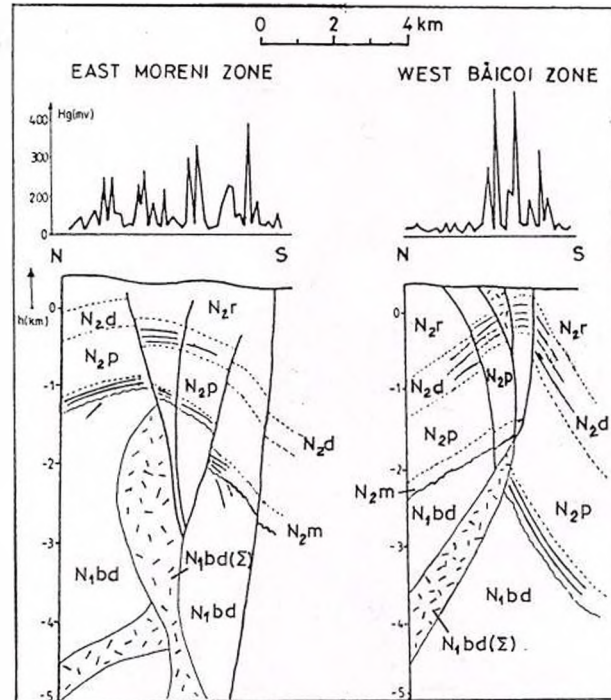


Fig. 1 – Profile mercurimetric in zona Moreni-Băicoi
Mercurimetric profiles in Moreni-Băicoi zone

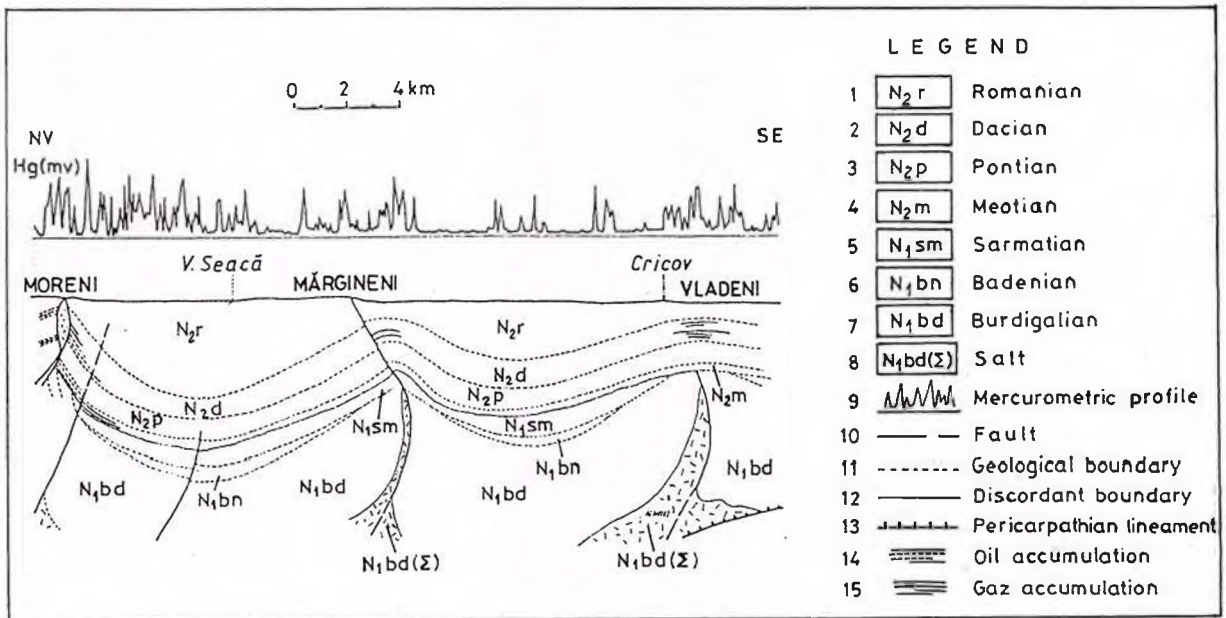


Fig. 2 – Profil mercurimetric în zona Moreni-Vlădeni
Mercurimetric profile in Moreni-Vlădeni zone

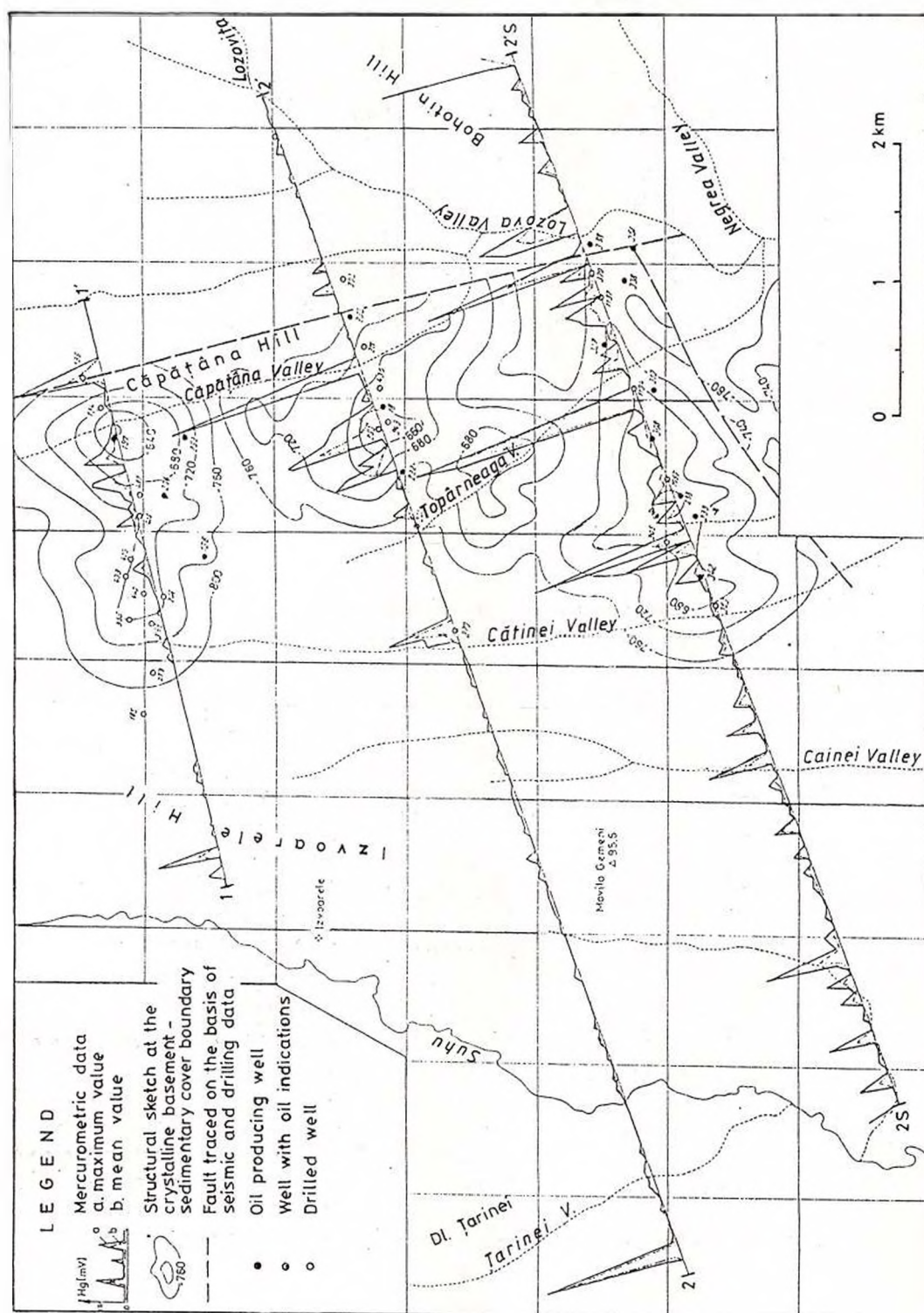


Fig. 3 - Profile mercuriometric, structura Independența, jud. Galați
 Mercuriometric profiles, Independența structure, jud. Galați

În cazul zăcămintului de petrol Independența, localizat pe Promontoriul Nord Dobrogean, a fost îndeplinită doar una din condițiile care s-au dovedit favorizante pentru metoda mercurometrică în zona cutelor diapire (adâncimea redusă de îngropare), formațiunile sedimentare acoperitoare fiind aici de natură marnoasă și foarte slab fracturate, iar hidrocarburile localizate în colectoare lentiliforme; majoritatea anomaliilor mercurimetrice obținute sunt grupate în aria structurilor productive, reliefând o bună aplicabilitate a metodei (fig. 3).

curometric investigations might be successful. For instance, in the Independența oil field area, geologically located on the North Dobrogea Promontory, the shallow position of the oil accumulations allowed mercurimetry to prove its utility, even the sedimentary cover is very weakly tectonically affected. The most important mercurimetric anomalies are associated with the oil accumulations, the anticline-type traps being here determined by doming structures of the crystalline basement (Fig. 3).



CAROTAJUL GEOFIZIC APLICAT LA VALORIFICAREA, POZIȚIA ȘI CONSERVAREA RESURSELOR DE APE SUBTERANE GEOPHYSICAL LOGGING BORE HOLE APPLIED TO CAPITALIZATION, POSITION AND PRESERVING OF UNDERGROUND WATER RESOURCES

L. PODOLEANU

Diagrafia geofizică, îndeosebi combinația electric-radioactiv, oferă date valoroase care conduc la descoperirea surselor de apă subterană și ne ajută la estimarea caracteristicilor acestora.

În programul complex de evaluare a formațiunilor traversate de sondele cu obiective hidrogeologice, metodele geofizice au devenit parte integrantă a realizării efective a sondei. Au fost elaborate o serie de procedee și tehnici de prelucrare și interpretare a diagramei geofizice ce permit obținerea unor parametri fizico-chimici, care adăugați la caracteristicile geologice naturale ale zonei de cercetat, conduc la caracterizarea calitativă și cantitativă a formațiunilor de interes: separarea și caracterizarea *in situ* a formațiunilor după natura litologică și corelarea lor; determinarea grosimii și plasarea limitei straturilor, identificarea rocilor colectoare acvifere; evaluarea conținutului în argilă; evaluarea calității apei etc.

Investigarea experimentală a trei foraje cu obiectiv hidrogeologic, amplasate în arii geologice foarte diferite, prin carotaj de rezistivitate electrică aparentă, carotajul potențialelor naturale și carotajul gama natural a condus la alcătuirea unor coloane litologice. Astfel a fost făcută o poziționare foarte precisă a acviferelor interesante. Conținutul în argilă a putut fi estimat pe baza diagramei radioactivității naturale. S-a constatat că nivelul calității apei, din punctul de vedere al conținutului în elemente radioactive, nu depășește în nici un caz limita admisibilă. În cazul celor trei foraje investigate: Dor Mărunt (Independența), Chitila și Salonta (Oradea), beneficiarul a construit coloana de tubaj pe baza informațiilor obținute de investigarea geofizică.

The geophysical diary, especially the combination electric-gamma, offers valuable data which lead to the discovery of underground water sources and help us in their exploitation.

In the complex program of evaluation of formations crossed by the derricks, with hydrological objectives, the geophysical methods became an integrated part of the effective realization of the derrick.

There were elaborated a series of proceedings and techniques of processing and interpreting of the geophysical diary which allow the obtaining of some physico-chemical parameters which, being added to the natural geological characteristics of the research area, lead to the qualitative and quantitative characterization of the formations we are interested in: the separation and the *in situ* characterization of the formations according to their lithologic nature and their correlation; the determination of the thickness and the placement of the layers limits, the identification of the aquifer collecting rocks; evaluation of the clay content; evaluation of the water quality etc.

The experimental investigation of three drillings with hydrogeological objective, placed in very different geological areas, through apparent electrical resistivity logging borehole, the natural potential logging borehole and the natural gamma logging bore hole, lead to the formation of some lithologic columns. Thus, a precise positioning of interesting aquifers has been performed. The clay content was evaluated according to the natural radioactivity diary. Concerning the level of the water quality from the point of view of the radioactive elements content, it has been noticed that it does not overtake in any case the admissible limits. In the case of three drillings investigated: Dor Mărunt (Independența), Chitila și Salonta (Oradea), the beneficiary has built the tubage column according to information provided by the geophysical investigation.



CERCETĂRI GEOFIZICE ȘI BIOGEOFIZICE ÎN ARII ACOPERITE DE APE DE MICĂ ADÂNCIME SHALLOW WATERS GEOPHYSICAL AND BIOGEOPHYSICAL INVESTIGATIONS

L. BEȘUȚIU, R. G. DIMITRIU, A. NICOLESCU, D. SVORONOS, M. VIHRISTENCU

Cercetarea geofizică detaliată a zonelor acoperite de ape de mică adâncime, aparținând complexului lagunar Razim-Sinoe, a început în anul 1986, pe baza unei metodologii elaborate în cadrul Departamentului de Geofizică al Institutului Geologic al României (Beșuțiu et al., 1993).

Proiectate inițial în scopul realizării unei hărți magnetometrice unitare a Dobrogei de Nord, lucrările au căpătat treptat extindere, prin adăugarea cercetărilor biogeofizice (Beșuțiu et al., 1990) și gravimetrice, care au permis o mai bună interpretare a rezultatelor observațiilor efectuate.

În anul 1992, cercetări complexe, magnetometrice și biogeofizice, au conturat o zonă restrânsă din arealul sudic al lacului Razim, în care a fost presupusă existența unor acumulări de sare (Svoronos în Beșuțiu et al., 1993). Ulterior, determinări gravimetrice de fund întreprinse în același areal (Dimitriu în Panin et al., 1994) par a confirma ipoteza, punând în evidență o tendință de minim suprapusă regiunii în discuție. Harta anomaliei gravimetrice reziduale a evidențiat clar prezența unui minim local, ce ar putea fi datorat deficitului de masă creat de existența depozitelor de sare (fig. 1).

În cursul verii anului 1993, au fost întreprinse, de asemenea, cercetări integrate, geofizice (magnetometrice și gravimetrice) și biogeofizice în partea de vest a Deltei Dunării, într-o zonă cuprinsă între lacul Razim și țărmul Mării Negre (Beșuțiu în Panin et al., 1994).

Minimul regional relevat de anomalia Bouguer în acest areal a fost interpretat ca efect al unei structuri de graben, având o cuvertură sedimentară groasă de 2000–2500 m, alcătuită în principal din depozite jurasice și cretacic-inferioare, dispuse discordant pe un subsamnt triasic. Este cazul unei structuri depresionare simetrice, cu ambele flancuri urcând în trepte către nord și, respectiv, sud.

Morfologia suprafeței superioare a depozitelor ante-jurasice, așa cum reiese ea din interpretarea datelor geofizice, este prezentată în figura 2.

Atât interpretarea datelor magnetometrice, cât și a celor gravimetrice a sugerat, de asemenea, prezența unui corp granitic, larg dezvoltat pe flancul de nord al

Starting from 1986, detailed geophysical investigations within areas covered by shallow waters, belonging to the Razim-Sinoe lacustrine complex, have been carried out according to a methodology developed within the Department of Geophysics from the Geological Institute of Romania (Beșuțiu et al., 1993).

Initially intended for the achievement of a comprehensive map of Northern Dobrogea, at the scale 1:25,000, the works have been extended by adding biogeophysical researches (Beșuțiu et al., 1990) and gravity measurements, which allowed a more appropriate interpretation of the observational data.

During 1992, complex magnetics and biogeophysical researches outlined a confined area within southern Razim lake, where the presence of the salt deposits has been assumed (Svoronos în Beșuțiu et al., 1993). Later on, in 1993, bottom gravity determinations within southern Razim lake (Dimitriu în Panin et al., 1994), seemed to confirm the hypothesis by pointing out a minimum trend superposed on the discussed region. Besides, the Bouguer residual map revealed the presence of a local gravity low, that could be due to the mass deficiency created by the salt deposits existence (Fig. 1).

During the summer of 1993, integrated geophysical (gravity and magnetics) and biogeophysical researches have been also carried out in western Danube Delta, in an area located between Razim lake and the Black Sea shore (Beșuțiu în Panin et al., 1994).

The large spread minimum revealed by the Bouguer anomaly has been interpreted as the effect of a graben structure, with 2,000–2,500 m thick sedimentary cover, mainly constituted of Lower Cretaceous and Jurassic rocks lying unconformably on a Triassic basement. It is the case of a symmetrical structure with both flanks climbing in steps northward and southward. The upper surface of the prior-to-Jurassic deposits, as deduced from geophysical data interpretation is presented in Figure 2.

Both magnetic and gravity data interpretation also suggested the presence of a large granite body on the northern flank of the structure. Tentative interpretational models pointed out magnetic susceptibility and



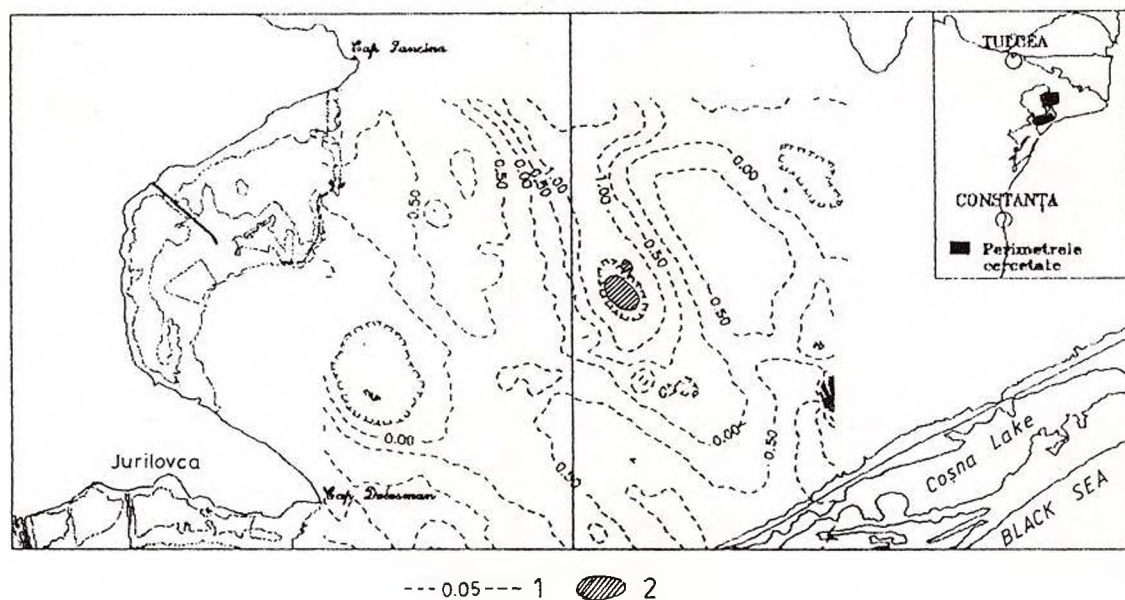


Fig. 1 – Anomalia reziduală a gravitației în zona depozitelor de sare postulate biogeofizic în arealul de sud al lacului Razim. 1, izolinii gravimetrice (în mgal); 2, presupusa acumulare de sare.
 – Residual Bouguer anomaly map over the area of the postulated salt deposits within southern Razim Lake. 1, gravity contour (in mgals); 2, assumed salt deposits occurrence.

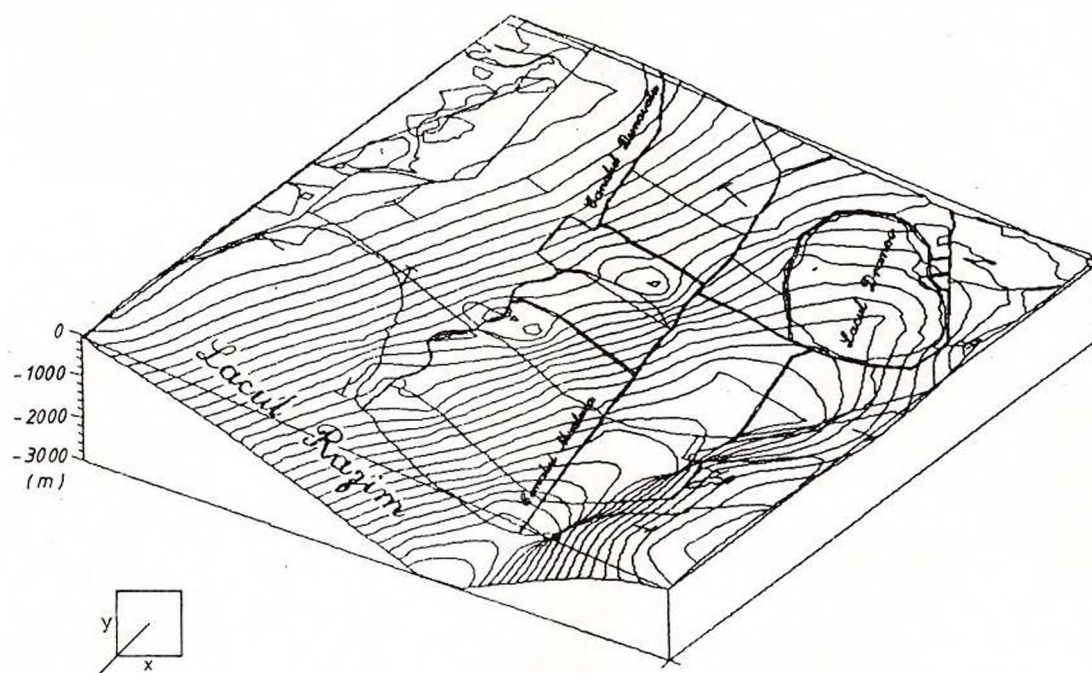


Fig. 2 – Suprafața depozitelor antejurasică în perimetrul Dunavățu-Dranov
 – Upper surface of the Triassic deposits within Dunavățu-Dranov area



acestei structuri. Tentativele de modelare au indicat valori ale contrastelor de densitate și susceptibilitate magnetică perfect compatibile cu determinările efectuate pe carote din granitele întâlnite de forajul de la Agighiol, situat în vecinătatea arealului respectiv. În plus, existența unui subasment rigid în zonă este în deplin acord cu prezența sedimentației de platformă carbonatică și a tectonicii cunoscute în acest areal.

density contrasts as measured on the granite core samples from Agighiol drilling site. Besides, the presence of a rigid basement in the area is in complete agreement with the carbonate platform sedimentation occurrence and tectonic evidences.

References

- Beșuțiu, L., Nicolescu, A., Svoronos, D. (1990) Integrated magnetics and biogeophysical researches in geological investigation. *Rev. roum.* 34, p. 97-102, București.
- , Roșca, Vl., Maran, C. (1993) Prospectarea magnetometrică a ariilor acoperite de ape de mică adâncime. Lacul Babadag. *Rom. J. Geophysics*, 16, p. 9-14, București.
- , Roșca, Vl., Nicolescu, A., Svoronos, D. (1993) Raport, arhiva I. G. R., București.
- Panin, N., Salomie, G., Ariciuc, C., Beșuțiu, L., Calotă, F., Caraivan, D., Dimitriu, R. G., Donici, A., Fulga, V., Gligorița, A., Nicolescu, A., Opreanu, G., Opreanu, P., Păun, F., Petrișor, I., Popescu, C., Popa, A., Pușchează, D., Roșca, Vl., Sava, C., Secrieru, A., Șerban, N., Svoronos, D., Vîhristencu, M. (1994) Raport, arhiva I. G. R., București.



APLICAREA TEHNICILOR DE PRELUCRARE A IMAGINILOR SATELITARE ȘI A SISTEMULUI GEOGRAFIC INFORMAȚIONAL (GIS) ÎN CERCETAREA GEOLOGICĂ

APPLICATION OF THE SATELLITE IMAGES PROCESSING METHODS AND GEOGRAPHIC INFORMATIONAL SYSTEM (GIS) IN THE GEOLOGICAL SURVEY

I. POPESCU, C. NIȚICĂ, A. MARINESCU

În anul 1992, prin aplicarea tehnicilor de prelucrare a imaginilor satelitare și a Sistemului Geografic Informațional (GIS) în cercetările geologice s-a urmărit crearea bazei de date privind cercetarea prin teledetecție a întregului teritoriu al României. S-a stabilit ca scara materialelor grafice să fie de 1:200.000 pentru a face posibilă compararea acestui tip de hărți tematice cu cele 50 de hărți geologice, editate de către IGR la aceeași scară.

Fiind vorba de o lucrare de mare anvergură, execuția a fost planificată pe mai mulți ani.

În prima etapă (1992) au fost prelucrate și interpretate imaginile satelitare aferente părții de vest a României în care intră regiunea Baia Mare, Munții Apuseni, Masivul Poiana Ruscă, Munții Căpățânii, Munții Banatului și Câmpia de Vest.

În etapa următoare (1993) au fost continuate lucrările de cercetare prin teledetecție în Carpații Orientali, Carpații de Curbură, Munții Făgăraș, Masivul Leaota, Podișul Moldovei și Dobrogea de Nord. Se menționează că materialele grafice realizate în acest an prin interpretarea imaginilor satelitare, au fost coroborate pentru regiunile în care a fost cazul, cu diferitele materiale obținute anterior în scopul de a le conferi un caracter unitar.

Cercetările prin teledetecție au asigurat realizarea hărților cu elemente liniare totale, aferente hărților geologice la scara 1:200.000, hărți ce stau la baza lucrărilor ulterioare pentru realizarea următoarelor materiale grafice:

- hărți cu elemente liniare selectate;
- hărți cu distribuția densității elementelor liniare;
- diagrame azimutale;
- hărți cu elemente liniare pe sisteme de orientare;
- hărți cu modele structural-tectonice;
- hărți de prognoză, cu mențiunea că ultimele două categorii de hărți necesită coroborarea cu datele geologice, geomorfologice, geofizice și geochemice cunoscute.

Prin prelucrarea statistică a hărților cu elemente liniare totale, au fost construite hărțile de distribuție

În 1992 an attempt was made to create database on the remote sensing survey of the entire territory of Romania using methods of satellite images processing and the Geographical Information System (GIS) in the geological survey. It was decided to make the graphic materials at the scale 1:200,000 in order to be able to compare this kind of maps with the geological maps edited by IGR at the same scale.

As this is a vast work, its carrying out was phased for several years.

During the first phase (1992) the satellite images concerning the western part of Romania were processed and interpreted. They included the region of Baia Mare, The Apuseni Mountains, the Poiana Ruscă, Căpățânii, Banatului Mountains and the Western Plain.

During the next stage (1993) continued the remote sensing survey of the East Carpathians, Bend Carpathians, Făgăraș and Leaota mountains, the Transylvanian and Moldavian plateaus, and North Dobrogea. It is worth mentioning that the graphic materials effectuated in 1993 by satellite images processing were corroborated, when necessary, with other materials in order to give them a unitary character.

The remote sensing survey provided the achievement of maps with linear elements, beside the maps scale 1:200,000, on the basis of which the following graphic materials are achieved:

- maps with selected linear elements;
- maps with distribution of linear elements density;
- azimuthal diagrams;
- maps with linear elements based on orientation systems;
- maps with structural-tectonic models;
- prognosis maps.

It should be mentioned that the last two categories of maps require the corroboration with geological, geomorphological, geophysical and geochemical data known so far.

On the basis of the statistical processing of the maps with total linear elements, the maps with the distri-



a elementelor liniare după lungime și după frecvență pentru foaia 4-Vișeu, scara 1:200.000, hărți ce se adaugă celor executate în etapa anterioară de cercetare pentru foile 2-Satu Mare și 3-Baia Mare. De asemenea, pentru această foaie au fost obținute atât diagrame azimutale totale, cât și diagrame azimutale pe categorii de formațiuni geologice.

Lucrarea de față, prin cele 24 de hărți cu elemente liniare totale realizate, a permis acoperirea a circa 75% din teritoriul României cu acest tip de hărți din setul de hărți tematice preconizate a fi realizate prin teledetecție. Totodată au fost digitalizate toate datele incluse în hărțile cu elemente liniare totale realizate în perioada 1992-1993, astfel încât, în etapa următoare va fi ușurată activitatea de prelucrare statistică și, implicit, realizarea hărților de distribuție a densității elementelor liniare după lungime și/sau frecvență cu caracter unitar. De asemenea, a fost stabilită o metodologie unitară de lucru și etapele de desfășurare a lucrărilor de cercetare prin teledetecție, în scopul acoperirii întregului teritoriu al României cu hărți tematice specifice.

bution of the linear elements according to length and frequency were achieved for sheet 4-Vișeu, scale 1:200,000. These maps are added to those effectuated during a previous stage for the sheets 2-Satu Mare and 3-Baia Mare. For this sheet, total azimuthal diagrams and azimuthal diagrams were achieved on categories of geological formations.

The present paper and the 24 maps with total linear elements cover about 75 per cent of the Romanian territory with this kind of maps from the set of thematic maps suggested to be effectuated by means of remote sensing. At the same time all the data included in the maps effectuated in the period 1992-1993 were processed. Consequently, during the next stage the statistical processing is facilitated as well as the achievement of the maps for the distribution of minor elements density according to length and frequency. Likewise, a unitary work methodology and the necessary stages of the remote sensing research were established in order to cover the entire territory of Romania with specific thematic maps.



STUDIUL FENOMENELOR DE INTERACȚIUNE OM-MEDIU GEOLOGIC CU APLICAȚII ÎN CERCETAREA GEOLOGICĂ ȘI GEOFIZICĂ STUDY OF THE MAN-GEOLOGICAL ENVIRONMENT INTERACTION PHENOMENA WITH APPLICATIONS IN THE GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCH

D. SVORONOS, A. NICOLESCU, C. NIȚICĂ

Lucrarea cuprinde două părți distincte:

Prima parte, cea a cercetărilor teoretico-experimentale, care se referă la elaborarea de modele (posibile) ale mecanismelor interacției energetice om-mediul geologic. După prezentarea unor probleme de ordin general ale energeticii sistemelor biologice (cu privire specială asupra calității de sistem deschis al organismului ca sistem integral adaptat mediului geologic) au fost stabilite stările caracteristice relației om-mediul. În continuare, pornindu-se de la efectele definitorii relației cu mediul – așa cum acestea au fost constatate experimentale – au fost evidențiate următoarele:

a) un mecanism în care relația cu mediul se bazează pe starea de împotrivire a organismului uman la acțiunea discontinuităților active în câmpul de stress al Pământului. Acesta a fost denumit "mecanism al interacției biogeofizice" după procedeul pus la punct și brevetat în anul 1991. Caracteristic acestuia este faptul că în sistemul biologic apare o cauzalitate informațională care depinde de cauza geologică și de programul de funcționare al organismului asupra căruia acționează;

b) Un mecanism al integrării bioenergetice ambientale, în care organismul recunoaște în mediul geocosmic manifestarea ordonată a unei cauze de importanță vitală pentru el – cuplajul energetic Pământ-Soare (Lună).

Ambele mecanisme au fost analizate ținându-se seama de intervenția cortexului ca bază a percepției, cu aspecte specifice pentru fiecare dintre modelele în discuție. Primul mecanism a fost încadrat la tipul "ordine biologică din dezordinile mediului geologic"; cel de-al doilea s-a considerat aparținând tipului "ordine biologică din ordinea mediului geocosmic". Cele două mecanisme sunt strâns legate și ele asigură unitatea între continuitățile și discontinuitățile (energetice) ale mediului ambiant.

Cea de-a doua parte a studiului se referă la aplicații ale biogeofizicii în cercetarea geofizică a Lacului Razim (Dobrogea de Nord). A fost elaborată schița structurală a lacului unde a fost evidențiată o comparti-

The paper consists of two distinct parts:

The first part, dealing with the theoretical-experimental researches, refers to the elaboration of (possible) models of the man-geological environment energetic interaction mechanism. After the presentation of some general problems on the energetics of the biological systems (with special regard to the quality of open system of the organism as integrate system adapted to the geological environment) the states characteristic of the man-environment relationships were established. Starting from the basic effects of the relationship with the environment – as these have experimentally been found – the following aspects were further pointed out.

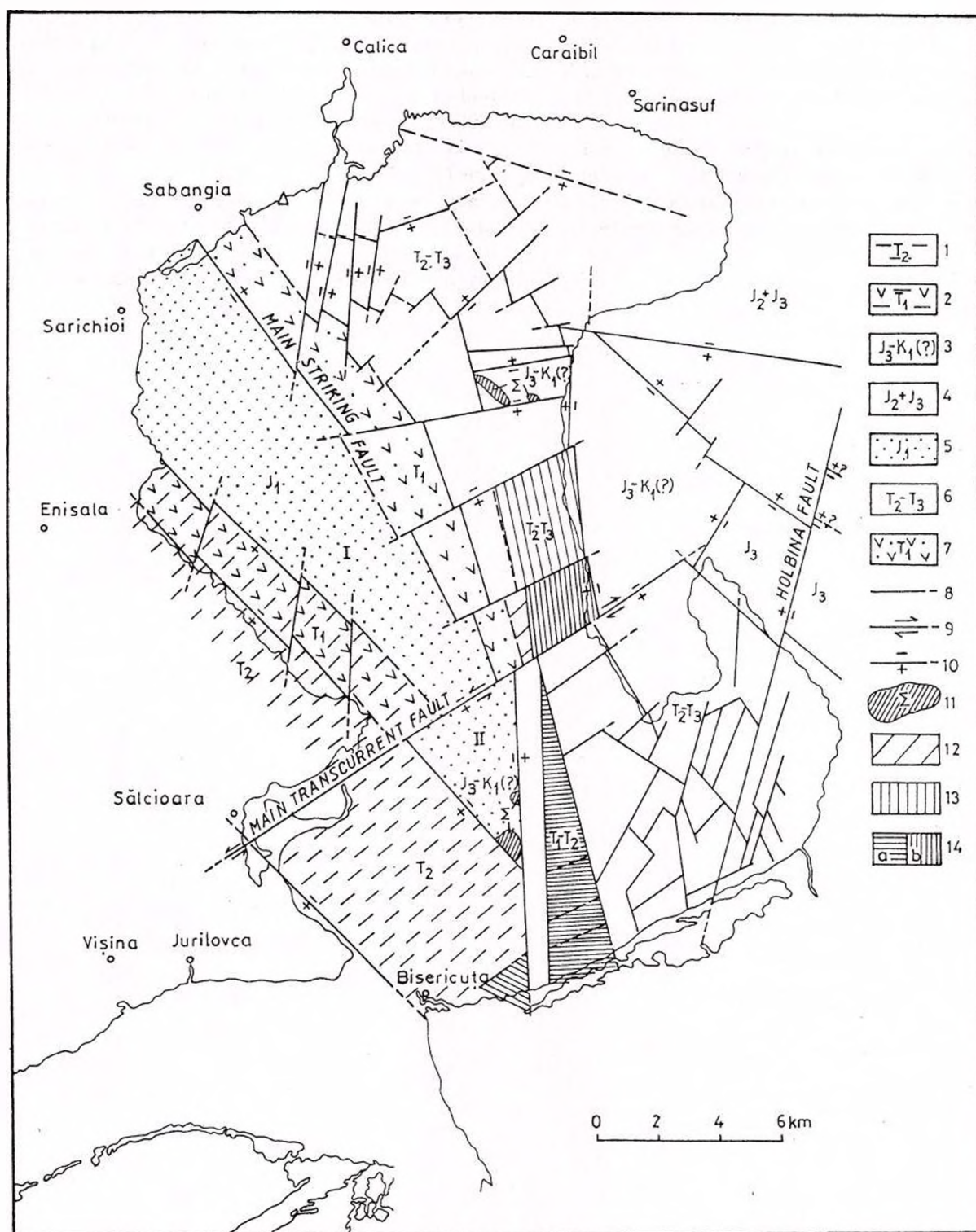
a) a mechanism in which the relationship with the environment is based on the resistance of the human organism to the action of the active discontinuities in the Earth's stress field. It was named mechanism of biogeophysical interaction in accordance with the procedure adjusted and patented in 1991. This mechanism is characterised by the fact that an informational causality occurs in the biological system, which depends on the geological cause and the functioning programme of the organism on which it acts;

b) A mechanism of the environmental bioenergetic integration in which the organism recognizes in the geocosmic environment the ordered manifestation of a cause of vital importance for it – the Earth – sun (moon) energetic coupling.

Both mechanism were analysed taking into account the influence of the cortex as a basis of perception, with the specific aspects for each of the models under discussion. The former is considered to belong to the type of biological order from the disorders of the geological environment and the latter to the type of biological order from the order of the geocosmic environment. The two mechanisms are closely connected and ensure the unity between the (energetic) continuities and discontinuities of the environment.

The second part of the study refers to the applications of biogeophysics in the geophysical investigation





Hartă structurală preliminară a lacului Razim, după date biogeofizice

Preliminary structural map of the Razim Lake, acc. to biogeophysical data

LEGEND : NICULIȚEL UNIT : 1, Chert limestones formation; 2, Basalts with levels of sandstones, limestones, conglomerates and microconglomerates; TULCEA UNIT : Presumed Cretaceous (Aptian ?) formations; 4, Jurassic formations (prolongation of the Dunavățu ? ones); 5, Nalbant flysch (Nalbant formation); 6, Triassic formations; 7, Basalts from the Niculițel formation; 8, Fault; 9, Strike-slip fracture; 10, Sunken compartment/uplifted compartment; 11, Salt (Aptian ?); 12, Medium tectonic fissuration zone; 13/14, Intense tectonic fissuration zone.



Institutul Geologic al României

mentare în blocuri tectonice, bine delimitate de distribuția unor accidente tectonice mai vechi sau mai noi. La intersecția sistemelor de fracturi NV-SE și N-S, în câteva locuri a fost semnalată prezența sării (fig. 1).

În sfârșit, în blocul tectonic sudic corelarea datelor biogeofizice cu date gravimetrice a evidențiat concordanța între compartimentul cu sare localizat biogeofizic și o anomalie locală de minim gravimetric.

of the Razim Lake (North Dobrogea). The structural sketch of the lake was achieved where a division into tectonic blocks, well delimited by the distribution of some older or younger tectonic accidents was pointed out. The presence of salt was noticed in a few places at the intersection of the NV—SE and N-S fracture systems (Fig. 1).

Finally, in the southern tectonic block, the correlation of the biogeophysical data with the gravimetric data revealed the concordance between the biogeophysically located salt compartment and a local anomaly of gravimetric minimum.



PETROELECTROGRAFIA ROCILOR POROS-PERMEABILE PETROELECTROGRAPHY FOR PERMEABLE ROCKS

D. SVORONOS, A. NICOLESCU, C. NIȚICĂ

Lucrarea introduce și aplică o nouă direcție de investigație a proprietăților fizice ale rocilor – Petroelectrografia, cu aplicații din electrografia rocilor sedimentare.

Observații asupra efectului electrografic al rocilor datează din 1992, an când a fost evidențiat faptul că probe de gresii micacee, supuse descărcărilor în câmpuri de înaltă tensiune, furnizează fenomene de fotoluminescență. Ele au fost denumite "electrografice", pentru a se evita confuzia cu imaginile electronografice, numai acestea din urmă fiind obținute cu ajutorul microscopului electronic.

În cazul gresiilor micacee imaginile electrografice obținute pe film sugerau o legătură cu structura rocii. Concluzia noastră a fost că, cel puțin la aceste roci, descărcarea electrică a străpuns roca, a determinat o fotoexcitare și o fotoionizare de volum, iar imaginea imprimată pe film (sau chiar pe hârtie) constituie răspunsul "fotoluminescent" al structurii explorate.

Principiul petroelectrografiei poate fi ilustrat cu ușurință cu ajutorul buteliei de Leyda. Aceasta – un condensator mult întrebuințat în secolul al XVIII-lea și al XIX-lea – are rolul de eclator (scânteietor). Dacă între cele două armături se introduce proba de rocă așezată strâns pe un film fotosensibil, atunci, pentru diferențe de potențial, ce depășesc un anumit prag, dielectricul și roca sunt străpunse, iar pe film pot apărea fotoluminescențe. Desigur, aceasta înseamnă scoaterea din uz a condensatorului.

În schema noastră de lucru locul condensatorului este luat de un generator de monoimpulsuri, iar dielectricul, proba de rocă și filmul fotosensibil fac parte din dispozitivul de înregistrare (Fig. 1).

Generatorul de monoimpulsuri permite precizarea tensiunilor de lucru și fixarea lor la valori prestabilite. La ieșirea lui se obține un impuls electric de înaltă tensiune, care este etalonat și are forma de semisinusoidă.

Monoimpulsul este aplicat pe capacitatea formată între rocă și un electrod-placă (care este încărcat fie pozitiv, fie negativ). Celălalt electrod este punctiform și este legat la masă. În dispozitivul de înregistrare pot fi utilizate astfel fie impulsuri negative, fie impulsuri pozitive, în raport cu electropozitivarea sau electronegativarea electrodului-placă, iar imaginile electrografice – corespunzătoare unei polarități sau alteia

Petroelectrography introduces a new trend of research to the study of the physical properties of rocks, with practical applications to permeable sedimentary formations.

The electrographic effect of rocks was observed in 1992 as a photoluminescent phenomenon, when a sample of sandstone with mica was subjected to a high voltage electrical field.

Photoluminescent phenomena are also studied by electronography, when samples are observed under an electronic microscope. In our case the phenomenon has been observed under normal conditions and was defined as electrography.

Electrographic pictures recorded on film for sandstones with mica suggest a clear relationship with the rock structure. Our interpretation of such a result was that the electric discharge percolated the entire rock volume and created photoexcitation and photoionization. As a consequence, the picture recorded on film or paper shows the photoluminescent effect for the entire explored structure of the rock sample.

The fundamentals of petroelectrography can be easily understood by placing a rock sample, with a film attached around it, between the two conductors of a Leyden bottle. Such a bottle was used mostly in the 18-th and 19-th centuries as capacitor, in order to produce an electric spark. For certain high electric potentials, the rock sample and the dielectric are penetrated. As a result, the film attached around the rock sample will show photoluminescent effects. Certainly, this will discharge completely the capacitor.

In our working method, the Leyden bottle is replaced by a monoimpulse generator. The rock sample, the dielectric and the film, are all part of our recording system (Fig. 1).

The monoimpulse generator enables us to choose a certain level of electric potentials for the high voltage output. The output has a semisinusoidal shape.

The monoimpulse is then applied on a capacitor, created between the rock sample and the electrode. The electrode can be charged positive or negative. As a result, in our system we can use positive or negative inputs and produce corresponding positive or negative outputs and pictures.

In order to create a working methodology, we had



– vor fi pozitive sau negative.

În lucrare se prezintă date de bază ale metodologiei de lucru. Aceasta a presupus rezolvarea unor probleme complexe, cum sunt: forma rocilor, standardizarea lor și influența grosimii dielectricului.

Experimental s-a arătat rolul covârșitor al conținutului de apă liberă, în general al apei slab legate fizic, în formarea imaginii electrografice.

Au fost stabilite tehnici de lucru petroelectrografice. Acestea pot conduce la obținerea de informații predominant de la suprafața sau predominant din interiorul probei investigate.

Au fost studiate marne, calcare și gresii (Fig. 2). Analiza efectelor fotoluminescente, după înregistrarea lor pe filme radiologice, a fost efectuată în baza unui Program automat de analiză interactivă a imaginilor.

Pe plan științific, electrografierea unor probe de rocă poroasă coroborată cu imaginile electrografice ale structurilor biotice a demonstrat o legătură de fond între viu și mediul geologic-geofizic, asigurată de prezența și proprietățile apei din cuprinsul porilor.

Pe plan aplicativ, rezultatele obținute au arătat că se pot urmări procesele de umidificare/uscarea rocilor. De asemenea, se pot stabili relații cantitative pentru aceste procese.

Petroelectrografia este o metodă de investigare nedistructivă a rocilor, care permite stabilirea valorii morfologiei porilor. În acest sens se relevă a fi singura metodă care conduce la obținerea de imagini ale proceselor de penetrare a apei în roci.

Aplicațiile petroelectrografiei pot fi în geologie, alături de microscopia optică și electronică, și în domenii conexe, precum geoecologia și protecția mediului.

În concluzie, tehnicile petroelectrografice produc imagini pe film sau hartie, la scara probei de rocă cercetate. Informația conținută în suportul inițial poate fi transferată prin metode fotografice pe orice alt film sau hârtie fotografică cu proprietăți asemănătoare.

Când metoda este asistată de calculator pot fi evidențiate nebănuite de multe detalii. Se poate afirma "fotografia lărgeste spectrul vizibilului, iar prelucrarea la computer conturează detalii care scapă vederii obișnuite". Un exemplu în acest sens îl constituie procesarea imaginilor scanate ale rocilor sedimentare și atribuirea treptelor de gri, culori din spectrul vizibil.

Aplicațiile noastre au constatat exclusiv din evidențierea și analiza efectelor de luminescență la roci poro-permeabile, unde predomină conducția ionică. Rezultatele obținute indică următoarele domenii de aplicabilitate ale petroelectrografiei:

to solve certain problems, such as the standard shape for the rock sample, the standard thickness for the dielectric and the standard high voltage output.

The water content and the amount of free water are essential for the electrographic picture of a given rock sample.

We created various working techniques to generate information either from the rock surface or from the rock sample interior. In this way various sedimentary rocks such as sandstones, limestones and marl were studied (Fig. 2). Petroelectrographic pictures were then analysed based on a computer program.

At a scientific level, photoelectrography showed up certain similarities with electronography for live biological samples. Certainly water might be the common link between the geological and biological domains.

At a practical level, we created a method to analyse the process of drying/watering of permeable sedimentary rocks.

Petroelectrography is a nondestructive method to investigate permeable rocks, enabling us to analyse how water penetrates the rock pores, also the morphology of pores.

Petroelectrography can be applied in geology together with optical and electronic microscopy. Other possible applications might be in the geoecology and environment protections domains.

The petroelectrographic techniques create images on film or on paper on the rock sample scale. The initial information can be transferred at any time on other similar films or papers.

With the help of any computer, as in our own methodology, many unseen details can be revealed. We may say that "photography widens the visible spectrum, while the software helps to go over the visible domain". A good example in this regard is the data processing for sedimentary rocks, able to display visible gray shades in various colour of the spectrum.

Our applications presented here cover only the domain of porous-permeable rocks, characterized mainly by an ionic conduction. In such conditions our results show the following domains of applicability for petroelectrography:

A. In studies for physical properties of rocks:

1. to characterize the degree of moisturizing for rock pores. The physical properties of a certain rock can be extended by adding a new parameter related to the degree of moisturizing of the rock pores obtained through electrography.

2. to obtain an image related to water penetration in the rock pores.

B. In petrography studies, parallel to the optical and



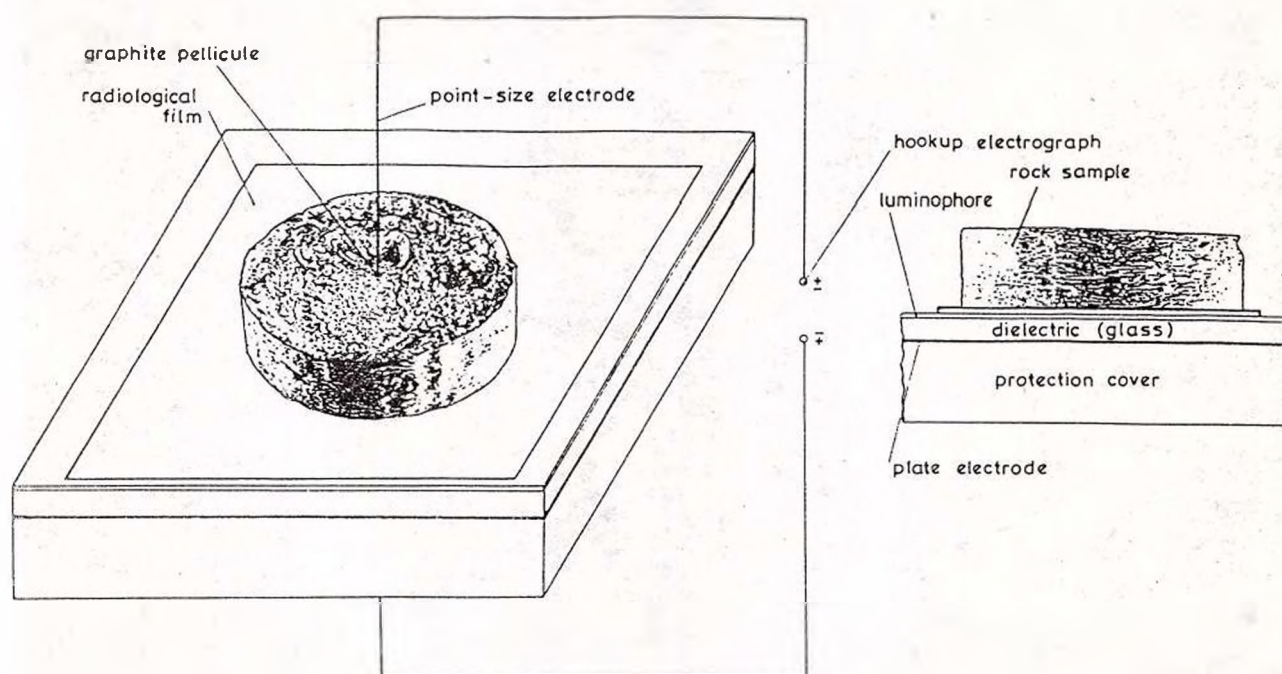


Fig. 1 - Schema de lucru (Exposing system design)

A. In studiul proprietăților fizice ale rocilor

1. pentru caracterizarea rocilor din punctul de vedere al posibilităților lor de umidificare. Investigarea permite completarea proprietăților fizice ale unei roci prin adăugarea unui parametru distinct indicând umiditatea pe cale electrografică.

2. pentru obținerea de imagini ale penetrării apei în roci.

B. In studii de petrografie, alături de microscopia optică și electronică

1. pentru a aduce informații de la suprafața probei de rocă (textura petroelectrografică);

2. pentru a aduce informații preponderent din interiorul rocii (structura petrografică).

C. In geoecologie, unde modelarea electrografică poate aduce contribuții la studiul unor fenomene de interacțiune rocă-aer-apă. Astfel pot fi investigate:

1. procesul de infiltrare/exfiltrare a apei în roci;
2. calitatea de colector pentru substanțe organice a rocilor și discriminarea rocilor cu conținuturi organice;
3. relația între stressul mecanic și stările de umiditate ale apei în roci;
4. curgerea de tip laminar în medii poroase;
5. relația acid/bază.

electronic microscopy.

1. to reveal information taken from the rock sample surface (textural petroelectrography);

2. to reveal information taken mainly from the interior of the rock sample (structural petroelectrography).

C. In geoecology, where electrographic modelling may contribute to the study of phenomena related to rock-water-air interaction. In this way we can investigate the following aspects:

1. the process of infiltration/exfiltration of water in the rock pores;
2. the quality of a collector for organic substances in the rock pores and the discrimination of all rocks with possible organic content;
3. the relationship between the mechanical stress and the water content in the rock pores;
4. laminar flow in porous media;
5. the acid/base relationship.

The following two conclusions may be added:

- a. the petroelectrography does not imply the destruction of the rock sample;
- b. the petroelectrographic images are related to the free water content and to the physically weak linked water in the rock pores.

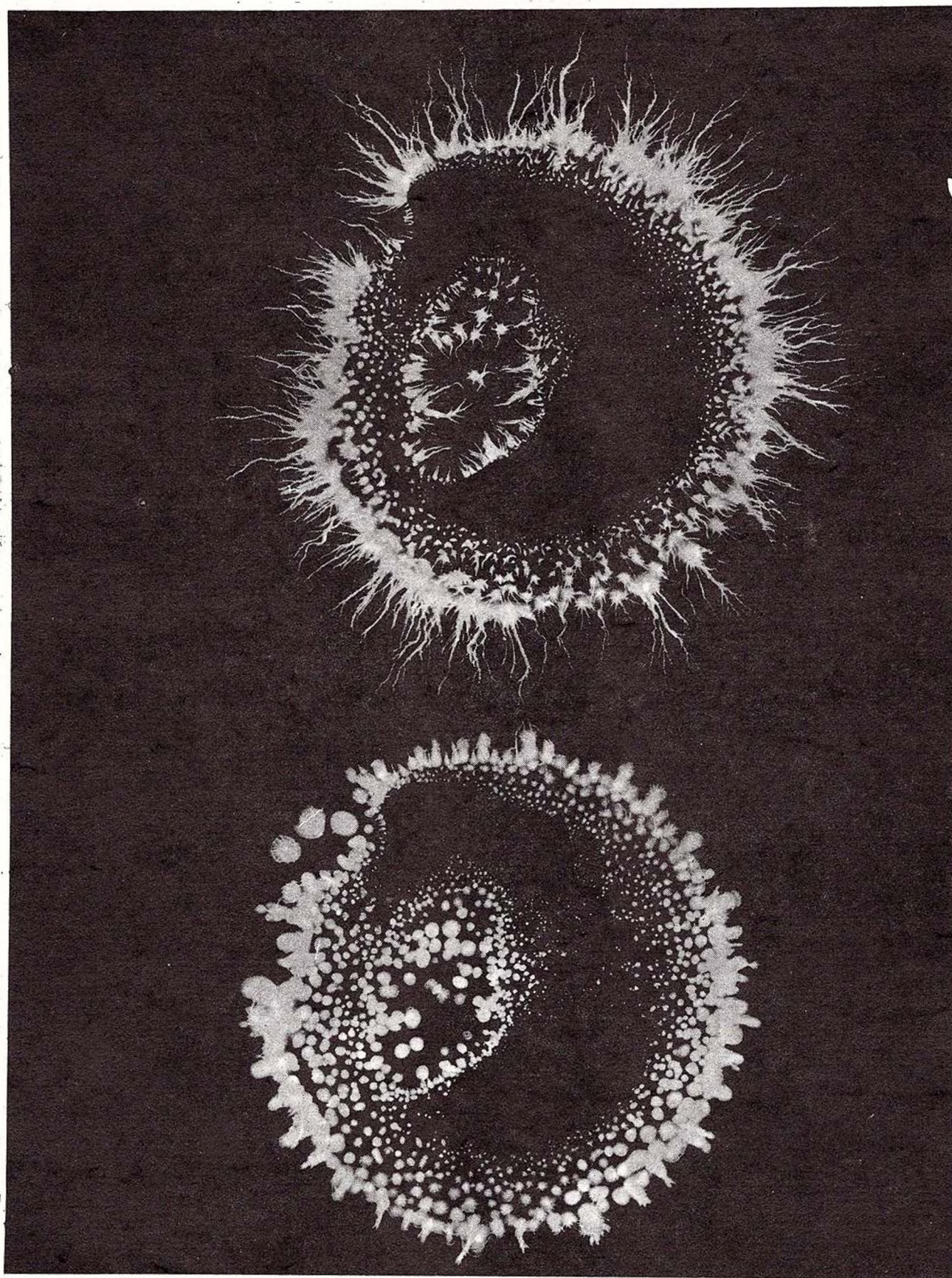


Fig. 2 – Imagini electrografice la o marnă fosiliferă. a, impuls pozitiv; b, impuls negativ.
 Electrographic images of fossiliferous marl. a, anodically electric discharge; b, cathodically electric discharge.

Să mai menționăm două concluzii:

a. petroelectrografia nu necesită distrugerea sau fărâmițarea rocii;

b. imaginile petroelectrografice sunt legate intrinsec de conținutul în apă liberă sau apă slab legată fizic din porii rocilor.

Indirect putem spune că petroelectrografia permite stabilirea valorii morfologiei porilor.

In other words we may say that petroelectrography enables one to establish a certain value for the rock pores morphology.

References

Svoronos, D., Nicolescu, A., Nițică, C. (1995) Petroelectrography for Permeable Rocks with Applications in the Geological and Geoecological Domains. *Bull. Rom. Soc. Geophys.*, 2, 1995.



**STUDIUL MAGNETOSTRATIGRAFIC ȘI MINERALOGIC AL
FORMAȚIUNILOR DACIAN-ROMANIENE DIN ZONA MEHEDINȚI,
ÎN VEDEREA SINONIMIZĂRII STRATELOR DE LIGNIT CU CELE DIN
SECTORUL MOTRU**

**MAGNETOSTRATIGRAPHIC AND MINERALOGICAL STUDY OF
DACIAN-ROMANIAN FORMATIONS FROM MEHEDINȚI AREA:
TOWARDS THE SYNONYMOUS NAMING OF LIGNITE BEDS
RELATED TO THE MOTRU ZONE**

S. C. RĂDAN, M. RĂDAN, S. RĂDAN, I. ANDREESCU, I. VANGHELIE

1. Introducere

Acest studiu (Rădan et al., 1995a) continuă, de fapt, cercetările sinergetice de paleomagnetism, rock-magnetism, mineralogie, biostratigrafie, litostratigrafie, sedimentologie realizate din anul 1984 pe formațiuni purtătoare de cărbuni din diferite zone ale Bazinului Dacic.

Complexa investigație desfășurată pe parcursul a aproape 3 ani a demonstrat că noua problemă propusă spre rezolvare a fost mai dificilă, datele magnetostratigrafice, sedimentogenetice, mineralogice și geochemice acumulate determinând însă găsirea unei soluții. Pe lângă alte consecințe ale cercetării integrate, este prezentată în final o tentativă de nominalizare și corelare a stratelor de lignit din două arealuri cu paleoambianțe foarte diferite. Acest studiu (de asemenea, Rădan et al., 1995 b, c) furnizează argumente clare pentru acceptarea unui nou criteriu de corelare - magnetostratigrafic/magnetocronologic - printre criteriile clasice de sinonimizare și corelare a stratelor de cărbune (de exemplu, macrofaunistic, microfaunistic, litologic-litofacial).

Prezentul studiu este constituit din 3 capitole: 1. Stratigrafia depozitelor pliocene din zona vestică a Bazinului Dacic (autor: Ion Andreescu); 2. Studiul mineralogic și geochemic al argilelor asociate depozitelor de cărbune (autor: Silviu Rădan); 3. Studiul magnetostratigrafic și petromagnetic al formațiunilor purtătoare de cărbuni daciene și romaniene din zonele Motru și Mehedinți (autori: Sorin Corneliu Rădan și Maria Rădan).

2. Rezultate și discuție

În continuare sunt prezentate o serie de date obținute în domeniile mai sus menționate (indicate în titlurile capitolelor).

1. Introduction

Actually, this study (Rădan et al., 1995a) continues the synergetic researches of palaeomagnetism, rock magnetism, mineralogy, biostratigraphy, lithostratigraphy, sedimentology which have been carried out since 1984 on coal bearing formations in different areas of the Dacic Basin.

As it has been demonstrated by the complex investigation during about 3 years, this new problem to be solved has been the most difficult one. Reliable magnetostatigraphic, sedimentogenetic, mineralogical and geochemical data have been accumulated, and a solution has been found. Besides other consequences of the integrated research, an attempt of nomination and correlation of the lignite beds from two areas with very different palaeoenvironments is finally presented. This study (also, Rădan et al., 1995b, 1995c) provides good grounds for accepting of the new correlation criterion - magnetostratigraphic/ magnetochronologic - among the classical criteria of synonymous nomination and correlation of coal beds (e.g., macrofaunistic, microfaunistic, lithological-lithofacial).

The present study is constituted of 3 main chapters: 1. The stratigraphy of Pliocene deposits from western zone of the Dacic Basin (author: Ion Andreescu); 2. The mineralogical and geochemical study of the clays associated with the coal deposits (author: Silviu Rădan); 3. The magnetostratigraphic and petromagnetic study of Dacian and Romanian coal bearing formations from the Motru and Mehedinți areas (authors: Sorin Corneliu Rădan, Maria Rădan).

2. Results and discussion

A series of results obtained in the above mentioned fields (shown by the chapter titles) are further presented.



2.1. Stratigrafic (I. Andreescu)

Este prezentat un nou punct de vedere privind limitele cronostratigrafice ale intervalului Miocen-Pliocen.

Pentru a descrie cadrul stratigrafic autorul folosește conceptul bazat pe sisteme și ambianțe depozitionale. Într-un studiu de fază anterior (Andreescu, 1993 în Rădan et al., 1993) au fost comentate aspecte privind litostratigrafia depozitelor pontiene, daciene și romaniene din sectorul Motru-Dunăre, însoțite de unele considerații asupra evoluției bazinului de sedimentare. În prezentul studiu sunt analizate comparativ cele două zone propuse pentru corelare. În vederea descifrării condițiilor genetice ale formațiunilor ce includ stratele de cărbune a fost utilizată stratigrafia secvențială.

"Criteriul macrofaunistic" este comentat pe baza a 10 repere biostratigrafice nominalizate și descrise de autor (I.A.). Dintre ele, R₆ este foarte important - relativ la stratele de cărbune - pentru corelarea sectoarelor Mehedinți și Motru.

În același cadru biostratigrafic este evidențiat riscul sinonimizării locale și al corelării stratelor de lignit din Romanian, din cele două zone, mai ales că intercalațiile cărbunoase din <<Formațiunea de Căndești>> sunt caracterizate prin grosimi reduse și extensii areale restrânse în regiunea Motru-Dunăre. În acest sens, este clar exprimată speranța biostratigrafului către tehnica magnetostratigrafică, considerând-o ca singura alternativă pentru datarea și corelarea eventuală a acestor strate de cărbune cu stratele de lignit ale "Complexului de Bălcești" din zona Motru. Rezultatele magnetostratigrafice (Capitolul 2.3., în prezentul rezumat) confirmă această ipoteză.

Pe baza a numeroase observații din aflorimente și cariere, și a unor date de foraj, autorul (I.A.) a realizat o serie de coloane litologice și secțiuni litofaciale semnificative. A fost evidențiat faptul că în zona Coșuștea-Dunăre (extremitatea vestică a Bazinului Dacic) cea mai mare parte a <<Formațiunii de Jiu-Motru>> nu este prezentă. În consecință, lipsesc și stratele de lignit ale "Complexului de Motru", situate peste stratul IV de cărbune sau peste depozitele mai fine din acoperișul lui, după o suprafață de discordanță dezvoltându-se <<Formațiunea de Căndești>>.

Aceste considerații litostratigrafice și sedimentogenetice, foarte bine argumentate de autor (I.A.) folosind elemente specifice ale metodei sistemelor și ambianțelor depozitionale, sunt confirmate de rezultatele paleomagnetice (vezi Capitolul 2.3.).

2.2. Mineralogie și geochimie (S. Rădan)

Analizele de minerale argiloase au fost realizate, folosind tehnicile de raze X, pe fracțiuni < 2 μm

2.1. Stratigraphy (I. Andreescu)

A new view on some chronostratigraphic boundaries regarding the Miocene - Pliocene interval is presented.

To describe the stratigraphic framework, the author uses the concept based on depositional systems and environments. In a previous phase-study (Andreescu, 1993 in Rădan et al., 1993) some aspects concerning the lithostratigraphy of the Pontian, Dacian and Romanian deposits from the Motru - Danube area were commented together with some considerations on the sedimentary basin evolution. In the present study, the two zones proposed to be correlated are comparatively analysed. To decipher the genetic conditions of the formations including the coal beds, the sequence stratigraphy has been used.

The "macrofaunistic criterion" is commented on the basis of 10 biostratigraphic levels nominated and described by author (I.A.). Among them, the R₆ is very important - related to the coal beds - for the correlation of the Mehedinți and Motru areas.

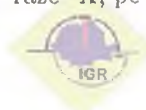
In the same biostratigraphic framework is pointed out the risk of the local synonymous nomination and of the correlation of the lignite beds in Romanian in the two zones. This is so, especially because the coaly intercalations within <<the Căndești Formation>> are characterised by a reduced thickness and spatial development in the Motru-Danube area. In this respect, the hope of the biostratigraphist towards the magnetostratigraphic technique is clearly expressed. It is considered as the only alternative to date and correlate these coal layers with the lignite beds of the "Bălcești Complex" identified in the Motru-Jiu zone. The magnetostratigraphic results (Chapter 2.3., in the present summary) confirm this supposition.

Based on a large amount of data from outcrops, quarries and boreholes, the author (I.A.) performed a series of lithological columns and very significant extended lithofacial cross sections. It has been revealed that in the Coșuștea-Danube area (western extremity of the Dacic Basin) the most part of the <<Jiu-Motru Formation>> is not present. Consequently, the lignite beds of the "Motru Complex" overlying the coal bed IV or finer deposits from its roof are not found, too. So, above a unconformity boundary it is developed the <<Căndești Formation>>.

These lithostratigraphic and sedimentogenetic considerations, very well argued by the author (I.A.), using specific elements of the depositional system and environment method, are confirmed by the palaeomagnetic results (see Chapter 2.3.).

2.2. Mineralogy and geochemistry (S. Rădan)

Clay mineral analyses have been achieved using X-ray techniques on < 2 μm fractions obtained from clays



obținute din argile și chiar din orizonturile nisipoase incluse în secvențele sterile dintre complexele de cărbune, precum și din materialul argilos intim asociat colectat din culcușul, acoperișul și din interiorul stratelor de cărbune.

Analizele chimice ale argilelor au fost realizate pe probe totale, rezultatele fiind interpretate cu ajutorul sistemului de clasificare geochimică propus de Englund și Jorgensen (1973).

Studiile mineralogice și geochimice au condus la elaborarea unui model de distribuție a asociațiilor de minerale argiloase caracterizând cel puțin partea vestică a Bazinului Dacic (zona Jiu-Dunăre). Sunt evidențiate totodată o serie de evoluții specifice pentru fiecare din cele două sectoare principale cercetate în prezentul studiu: Mehedinți (Coșuștea-Dunăre) și Motru (Jiu-Motru).

Astfel, argilele secvențelor sterile și cele din acoperișul stratelor de cărbune sunt caracterizate printr-o asociație de minerale argiloase dominate de illit și/sau smectit, primul fiind mai important la Lupoia, iar al doilea, la Husnicioara. Argilele din interiorul stratelor de cărbune se evidențiază printr-o abundență remarcabilă a caolinitului, pentru cele din culcușul lor fiind relevantă preponderența smectitului. Pe baza acestei abundențe a smectitului sunt discutate unele consecințe practice privind activitatea de exploatare a cărbunelui. Conținuturile ridicate de caolinit și/sau smectit au rezultat din procesele de neoformare (autigeneză) și transformare a mineralelor argiloase inițiale remaniate din diferite zone ale ariei-sursă carpatice în mediile acide carbogeneratoare.

Este notabil faptul că în cariera Husnicioara ponderea smectitului este mult mai mare pentru fiecare categorie de argilă în comparație cu rocile echivalente. Aceasta sugerează că sectoarele Mehedinți și Motru au fost alimentate din arii sursă cu litologii diferite ale substratului supus denudării. Extremitatea occidentală este probabil influențată de aporturile de material cineritic remaniat din formațiunile badeniene și sarmațiene care includ nivele de tufuri și afloreaș numai pe rama vestică a bazinului. La această diferențiere a contribuit probabil și paleogeografia bazinului de sedimentare. Direcțiile aporturilor de material, evaluate pentru Dacian și Românian pe baza hărților litofaciale ale Neogenului (Saulea, 1969), indică o localizare diferită a ariilor sursă pentru cele două sectoare, confirmând considerațiile asupra originii smectitului.

O cauză majoră care poate determina modificarea compoziției mineralogice a materialului furnizat bazinului de sedimentare este evoluția în timp a proceselor de eroziune în aria sursă, ceea ce ar sugera o poziție nesincronă a secvențelor studiate în cele două cariere.

and even sand beds, included within the detrital sequences between the coal seams, and from the intimately associated clayey material collected from the floor, the roof and within the coal beds, as well.

Chemical analyses of the clays were performed on bulk samples and results were interpreted using the geochemical classification system proposed by Englund and Jorgensen (1973).

The mineralogical and geochemical studies led to the elaboration of a clay mineral assemblage distribution pattern suitable for the western part of the Dacic Basin (Jiu- Danube area) at least. A series of particular evolutions are revealed for each of the two main zones under investigation in the present study: Mehedinți (Coșuștea-Danube) and Motru (Jiu-Motru).

So, the clays within detrital sequences and those from the roof of the coal beds are characterised by a clay mineral assemblage dominated by illite and/or smectite. The first mentioned mineral is more important in Lupoia quarry, while the second, in Husnicioara quarry. The clays included within the coal beds are characterised by a remarkable kaolinite abundance, and those from the floor of the coal seams reveal the smectite predominance. Based on this smectite abundance, practical consequences related to the coal exploitation activity are discussed. The high kaolinite and/or smectite concentrations resulted from neoformation (authigenesis) and transformation processes of the initial clay minerals reworked from various zones of the Carpathian source area, in the coal-generating acid environment.

It is worthy to notice that in the Husnicioara quarry the smectite contents are much higher for each clay type as compared with the equivalent rocks from the Lupoia quarry. This suggests that the two zones (Mehedinți and Motru) were supplied from source areas characterised by different lithologies of the bedrock under denudation. The occidental extremity is probably influenced by the supplies of ash material reworked from the Badenian and Sarmatian formations including tuff levels, exposed only in the western part of the basin. The palaeogeography of the sedimentary basin has probably contributed to this differentiation, as well. The supply directions of the material, evaluated for Dacian and Romanian, on the basis of the Neogene lithofacial maps of Saulea (1969), show a different location of the source areas for the two zones, confirming the considerations on the origin of smectite.

An important factor which is able to control the mineralogical composition changes of the material provided to the sedimentary basin is the evolution history of the erosion processes in the source area. This could also suggest the heterochronous position of the sequences studied in the two quarries.

The hypothesis is in agreement with the lithostrati-



Această ipoteză este în acord cu datele litostratigrafice/sedimentogenetice (vezi Capitolul 2.1.) și magnetostratigrafic (vezi Capitolul 2.3.).

2.3. Rock-magnetism și magnetostratigrafie (S.C. Rădan și M. Rădan)

Tehnica paleomagnetă, precum și cea petromagnetică au fost aplicate pe formațiunile purtătoare de cărbune din cele două zone din vestul Bazinului Dacic supuse studiului comparativ.

2.3.1. Rock-magnetism

Susceptibilitatea magnetică (MS) și anizotropia ei (AMS), cât și magnetizarea remanentă naturală (NRM) au fost măsurate pe colecții substanțiale de eșantioane de argilă orientate. Pe baza rezultatelor de AMS obținute pe depozite daciene și romaniene sunt prezentate noi modele petromagnetice în cadru stratigrafic. Este ilustrată distribuția verticală a valorilor parametrilor de anizotropie L , F , P , E , q , V^0 .

Din datele de AMS (direcțiile susceptibilităților principale) sintetizate în stereograme pot fi evaluate direcțiile de transport ale materialului sedimentar.

Sunt prezentate, de asemenea, rezultate de AMS obținute pe eșantioane provenite din carote colectate din două foraje executate în zona Motru. Aceste noi date, sistematizate în legătură cu poziția probelor în raport cu stratele de cărbune, sunt asemănătoare cu caracteristicile AMS (fabric magnetic) evidențiate de probele prelevate din cariere (Rădan et al., 1991, 1993, 1994; Rădan și Rădan, 1995).

2.3.2. Paleomagnetism/Magnetostratigrafie

Într-o primă fază au fost completate datele existente pentru zona Motru, în particular cu informații asupra polarității magnetice a depozitelor din părțile superioară și inferioară ale carierei Lupoia. Din două foraje de explorare au fost probate carote orientate "sus/jos" din intervalul stratul VI - sub stratul IV de lignit.

Subcrona Nunivak (4.48-4.62 mil. ani; Cande & Kent, 1995), asociată intervalului dintre stratele V și IV de cărbune (în zona Motru) a fost elementul magnetocronologic folosit pentru corelarea cu partea bazală a carierei Husnicioara (zona Mehedinți) ce conține complexul IV de lignit. În acest sens, pot fi menționate și rezultatele magnetostratigrafice obținute în Platforma Moesică (Rădan et al., 1994, în Enciu et al., 1994) care au indicat prezența subcroniei Nunivak, de asemenea în intervalul dintre stratele IV și V de cărbune.

Referitor la partea inferioară a secțiunii Lupoia trebuie remarcat faptul că în vederea unei mai bune definiri a zonei de polaritate magnetică pentru intervalul dintre stratele complexului V de cărbune și culcușul stratului VI de cărbune au fost investigate paleomagnetice 8 subsecțiuni.

graphic/sedimentogenetic (see Chapter 2.1.) and the magnetostratigraphic (see Chapter 2.3.) data.

2.3. Rock magnetism and magnetostratigraphy (S.C. Rădan & M. Rădan)

Both palaeomagnetic and rock-magnetic techniques have been applied on the coal bearing formations in the two zones under comparative study in the western Dacic Basin.

2.3.1. Rock magnetism

The magnetic susceptibility (MS) and its anisotropy (AMS), and the natural remanent magnetisation (NRM) have been measured for large collections of oriented clay specimens. On the basis of AMS results obtained on Dacian and Romanian deposits, new petromagnetic patterns in stratigraphic framework are presented. The vertical distribution of L , F , P , E , q , V^0 anisotropy parameter values is illustrated.

The transport directions of sedimentary material can be evaluated from the AMS data (directions of principal susceptibilities) synthesized in stereograms.

AMS results obtained on specimens originated in cores collected from two boreholes in the Motru zone are presented. These new data, systematised in connection with the position of the samples related to the coal beds, are consistent with the AMS characteristics (magnetic fabric) revealed by the samples taken from quarries (Rădan et al., 1991, 1993, 1994; Rădan & Rădan, 1995).

2.3.2. Palaeomagnetism/Magnetostratigraphy

Firstly, the palaeomagnetic data existent for the Motru area have been completed, particularly with information on magnetic polarity of the deposits from the upper and lower zones of the Lupoia quarry. Two exploration boreholes were used for sampling "up/down" oriented cores up to below the lignite bed IV.

The Nunivak subchron (4.48-4.62 Ma; Cande & Kent, 1995), assigned to the interval between the coal beds V and IV (in the Motru zone) has been the magnetocronological element used for correlation with the basal part of the Husnicioara quarry (Mehedinți zone) containing the lignite seam IV.

Magnetostratigraphic results from Moesian Platform (Rădan et al., 1994 in Enciu et al., 1994) indicated the presence of the Nunivak subchron in the interval between coal beds IV and V, too.

As concerns the lower part of the Lupoia section, it must be equally remarked that 8 subsections have been palaeomagnetically investigated with a view to a better defining of the magnetic polarity zone for the interval between the layers of the coal seam V and the floor of the coal bed VI.



Rezultate interesante au fost obținute și în ceea ce privește sinonimizarea și corelarea stratelor de cărbune din partea superioară a carierei Husnicioara ("intercalațiile cărbunoase" din cadrul Formațiunii de Căndești, vezi Capitolul 2.1.).

Acceptând ca XIV și XV numerotarea stratelor de cărbune din Formațiunea de Căndești din partea terminală a carierei Lupoia, modelul magnetostratigrafic realizat pentru secțiunea Husnicioara (fig.) - sprijinit de argumente litostratigrafice-sedimentogenetice și mineralogice-geochimice - a condus la nominalizarea celor 3 strate de cărbune (întâi notate x, y, z) ca XVI, XVII și respectiv, XVIII. Pentru a ilustra soluția magnetostratigrafică este prezentat (de asemenea, în Rădan și Rădan, 1996) un model de corelare sugestiv ce conține scările de polaritate magnetică din cele două zone supuse studiului comparativ, toate calibrate la Scara de timp a polarităților geomagnetice (GPTS) elaborată de Cande & Kent.

Sunt discutate și alte consecințe ale calibrării la GPTS, printre ele menționând localizarea în timp a stratelor de cărbune IV-XVIII (4,4-3,22 mil.ani, în acord cu GPTS - Cande & Kent, 1992; 4,55-3,22; Cande & Kent, 1995). Pe baza scărilor magnetocronologice Lupoia și Husnicioara au fost efectuate și determinări de rată de sedimentare. Lipsa celei mai mari părți a Formațiunii de Jiu-Motru remarcată în sectorul Mehedinți (vezi Capitolul 2.1.) a fost confirmată de zonarea polarității magnetice observată în secțiunea Husnicioara (vezi fig.).

2.4. Metode integrate aplicate la depozitele de porțelanite

(S.C. Rădan, M. Rădan și S. Rădan)

Ca rezultat al investigațiilor petromagnetice, mineralogice, geochimice și magnetometrice executate pentru depozite expuse și/sau neexpuse din zona Motru au fost obținute noi date pentru porțelanite, cu implicații științifice și practice. În sectorul Husnicioara aceste argile coapte sunt mai puțin dezvoltate. Totuși, pe câteva porțelanite au fost realizate analize mineralogice și geochimice, pentru discuții folosindu-se difractograme XRD și diagrame Englund & Jorgensen (1973).

Sunt prezentate și considerații asupra vârstei porțelanitelor, studiul paleomagnetic sugerând o perioadă de timp din Pleistocenul mediu-superior (sub 780000 ani, polaritate normală asociată Cronei Brunhes).

Noi date petromagnetice obținute pe argile porțelanitice din cariera Lupoia sunt comentate, fiind ilustrate și o serie de rezultate ce privesc direcțiile NRM determinate pe probe-monolit tăiate în 3-5 subprobe.

Interesting results have been obtained regarding the synonymous nomination and correlation of the coal beds from the upper part of the Husnicioara quarry ("coaly intercalations within the Căndești Formation", see Chapter 2.1.).

Accepting as XIV and XV the numbering of the coal beds within the Căndești Formation in the terminal part of the Lupoia quarry, the magnetostratigraphic pattern performed for the Husnicioara section (Figure) - supported by lithostratigraphic-sedimentogenetic and mineralogical-geochemical arguments - led to the nomination of the 3 coal beds (firstly labelled x, y, z) as XVI, XVII and XVIII, respectively. To illustrate this magnetostratigraphic solution, a suggestive correlation pattern containing magnetic polarity scales from the two areas under comparative study, all calibrated to the Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS) of Cande and Kent, is presented (also, in Rădan & Rădan, 1996).

Another consequences of the calibration to the GPTS are discussed. The temporal location of coal beds (IV - XVIII) is mentioned (4.4 - 3.22 Ma, according to GPTS of Cande & Kent, 1992; 4.55 - 3.22, Cande & Kent, 1995). Sedimentary rates have been determined on the basis of the Lupoia and Husnicioara magnetostratigraphic scales. The sedimentary gap remarked in the Mehedinți area (see Chapter 2.1.) has been confirmed by the magnetic polarity zonation observed in the Husnicioara section (see Figure).

2.4. Integrated methods applied to porcelanite deposits

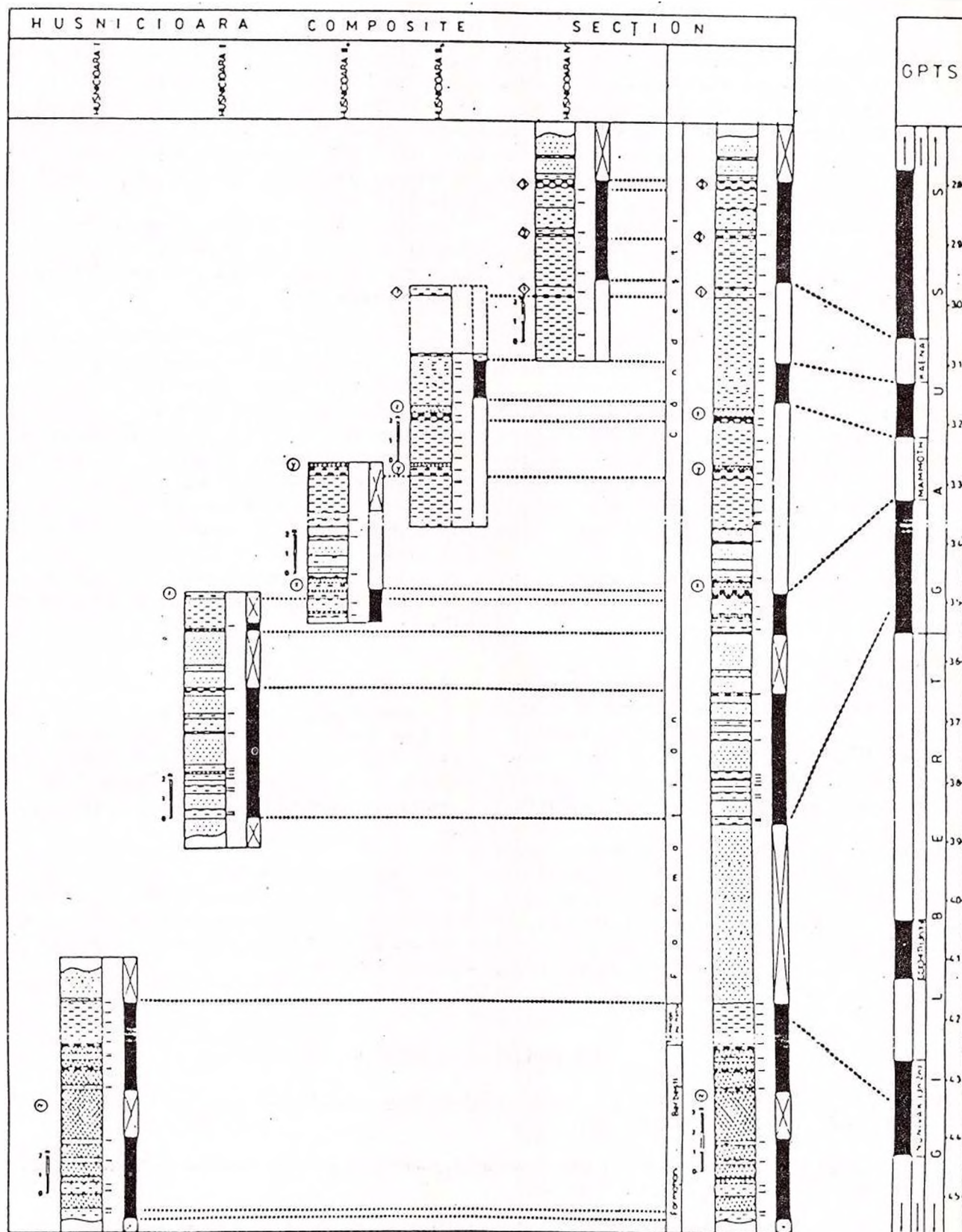
(S.C. Rădan, M. Rădan & S. Rădan)

New data with scientific and practical implications have been obtained on porcelanites as result of rock magnetic, palaeomagnetic, mineralogical, geochemical and magnetometric investigations of some exposed and/or unexposed deposits in the Motru area. In the Husnicioara zone these baked clays are less developed. However, on some porcelanites, mineralogical and geochemical analyses were carried out. XRD diffractograms and ternary diagrams of Englund & Jorgensen (1973) have been used for discussion.

Considerations on the age of porcelanites are presented, the palaeomagnetic study suggesting a period of time within Middle-Upper Pleistocene (younger than 780000 years; normal polarity - assigned to the Brunhes Chron).

New rock magnetic data obtained on porcelanite-like clays from Lupoia quarry are commented; NRM directions determined on monoliths cut in 3-5 subsamples are illustrated.





- Secțiunea compozită Husnicioara (zona Mehedinți) și secvența totală de polarități magnetice calibrată la GPTS.
- Husnicioara composite section (Mehedinți area) and the total magnetic polarity sequence calibrated to the GPTS



La sud de cariera Lupoia au fost realizate profile ΔT , cea mai ridicată amplitudine a anomaliei magnetice fiind 1880 nT. Câteva foraje executate pentru explorarea cărbunelui în zonă au interceptat depozite de porțelanite. Rezultatele sunt comparate cu date magnetice înregistrate pe depozite de porțelanite/clinkere din Noua Zeelandă și SUA.

Sunt evidențiate și unele consecințe practice. Investigarea magnetometrică poate ușor localiza porțelanitele asociate complexelor de lignit arse, metoda fiind utilă în explorarea cărbunelui.

Studiul se încheie cu **Concluzii generale și propuneri**, fiind prezentate 25 de remarci concluzive cu privire la toate metodele aplicate.

Câteva din ele au fost comentate în acest abstract extins. Integrarea paleo-magnetismului/magnetostratigrafiei, rock-magnetismului, mineralogiei, geochemiei, biostratigrafiei, sedimentologiei formațiunilor purtătoare de cărbuni din zona Mehedinți a condus la nominalizarea stratelor de lignit relativ la cele din zona Motru.

A fost demonstrat că abordarea complexă a unei probleme dificile poate avea ca rezultat o soluție fezabilă.

Mulțumiri

Studiul paleomagnetic și petromagnetic cu greu ar fi fost posibil fără aportul colegei Cristina Păun, care, cu tenacitate, a realizat în laborator mii de măsurători de RM, MS și AMS, precum și prelucrări de date. Mulțumiri sunt îndreptate și către Gabriela Bacargis pentru numărul mare de desene executate estetic și cu acuratețe.

Dorim să mulțumim domnului ing. T. Nica, geolog principal la Sucursala Lignitului Motru, pentru dificila problemă propusă spre rezolvare cu ajutorul instrumentelor noastre științifice și pentru competentele observații de ordin geologic-minier și discuțiile consistente și utile avute pe parcursul desfășurării lucrărilor de teren.

ΔT profiles were carried out south of Lupoia quarry, the highest magnetic anomaly amplitude being 1880 nT. The porcelanite deposits were intercepted by several boreholes performed for coal exploration in the area. The results are compared with magnetic data recorded on porcelanite/clinker deposits from New Zealand and USA.

Some practical consequences are emphasised. The magnetic survey can easily locate the porcelanite associated with burnt lignite seams, the method being of use in coal exploration.

The study ends with "General conclusions and proposals"; 25 concluding remarks regarding the all methods applied are presented. Some of them have been commented in this extended abstract.

The integrated palaeomagnetism/magnetostratigraphy, rock magnetism, mineralogy, geochemistry, sedimentology of Dacian and Romanian coal bearing formations from the Mehedinți area led to the nomination of the lignite beds related to those from the Motru zone.

It has been demonstrated that the complex approach of a difficult problem can have as result a reliable solution.

Acknowledgements

The palaeomagnetic and rock magnetic study would have been hardly possible without the assistance of Cristina Păun who accurately performed thousands of measurements and data processed. Thanks go also to Gabriela Bacargis for the great number of skillful drawings.

We would like to thank Eng. T. Nica, Senior geologist at Motru Lignite Company, for the difficult problem proposed to be solved by means of our scientific tools, and for the valuable and useful discussions during the field works.

SELECTED REFERENCES

- Cande, S., C., Kent, D., V. (1992) A New Geomagnetic Polarity Time Scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *J. Geophys. Res.*, 97, 13917-13951.
- (1995) Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *J. Geophys. Res.*, 100, 6093-6095.
- Rădan, S., C., Rădan, M., Rădan, S., Andreescu, I., Vanghelie, I. (1993) Magnetostratigraphic and mineralogical study of Dacian-Romanian formations from Mehedinți area with a view to synonymous nomination of the lignite beds with those from the Motru zone. Part I (in Romanian), Report, GIR Archives, Bucharest.



- Rădan, S., C., Rădan, M., Rădan, S., Andreescu, I., Vanghelie, I. (1995a)** Magnetostratigraphic and mineralogical study of Dacian-Romanian formations from Mehedinți area with a view to synonymous nomination of the lignite beds with those from the Motru zone. Part II (in Romanian), Report, GIR Archives, Bucharest.
- , **Rădan, M., Andreescu, I., Enciu, P. (1995b)** "Pliocene magnetostratigraphy in the Western Dacic Basin (Romania)", Europ. Geophys. Soc., XX Gen. Assem., Hamburg 3-7 April, 1995, Abstract, *Annales Geophysicae*, Suppl. vol. 13, Springer International, p. C73.
- , **Rădan, M., Andreescu, I. (1995c)** "Magnetostratigraphy of Pliocene Lignite-Clay Sequences in the Western Carpathian Foredeep (Romania)", Program and Abstracts, Vol. I (IUGG), XXI Gen. Assem., Boulder, July 2-14, 1995 Colorado, (SUA), p. A144.
- , **Rădan, M. (1995)** "Palaeomagnetism and Rock Magnetism of Upper Neogene deposits in the stratigraphic and sedimentogenetic context of the Western Dacic Basin (Romania)". Abstracts, 4th Workshop of IGCP-329 Project ("Paratethys Neogene"), Symposium, Bucharest, Sept. 8-9, 1995.
- , **Rădan, M. (1996)** Magnetostratigraphy as a technique of nomination and correlation of coal beds: two examples from western Dacic Basin (Romania). (Abstract extins, Simpozionul "Noi tendințe în Geomagnetism - V, Slovacia; în curs de publicare în *Geologica Carpathica*).



CERCETĂRI, STUDII ȘI PROIECTE DE RETEHNOLOGIZARE ÎN DOMENIUL FORAJULUI GEOLOGIC RESEARCHES, STUDIES AND DESIGNS FOR THE TECHNOLOGICAL IMPROVEMENT IN THE GEOLOGICAL DRILLING FIELD

A. MIHĂILESCU, M. WOINAROSKI, GH. BUMBAC, C. ONICĂ, P. NICULAE

Prin lucrările de cercetare și proiectare desfășurate în cursul anului 1995 în acest domeniu s-au urmărit următoarele obiective: scurtarea duratei de cercetare geologică; creșterea volumului și calității informației geologice; reducerea costurilor pe metrul linier forat. Pentru aceasta, la stabilirea direcțiilor de urmat, s-au consultat și specialiști din cadrul societăților comerciale cu activități în domeniul forajului geologic. Astfel s-a conturat necesitatea realizării unei instalații de foraj la adâncimi de 500–600 m, transportabilă pe remorcă, fiabilă și cu posibilități de pătrundere în terenuri greu accesibile.

Pentru realizarea acestora s-a proiectat o remorcă scurtă pe două axe și un mast format din două tronsoane care se pliază unul peste altul și se rabat pe remorcă în timpul transportului. Atît mastul, cît și sistemul de pliere care folosește pentru această operație căruciorul cu care se deplasează capul hidraulic, au caracter de noutate și s-a ajuns la această soluție în urma cercetărilor întreprinse în cadrul lucrării de cercetare.

Deoarece la instalațiile cu masă rotativă nu se poate obține apăsarea pe sapă decît prin utilizarea prăjinilor grele s-a impus ca la această instalație să se folosească, în locul mesei rotative, un cap hidraulic motor care pe lângă rotirea garniturii de foraj poate realiza și apăsarea pe sapă prin intermediul sistemului de apăsare-tracțiune.

Capul hidraulic motor este antrenat de un motor hidrostatic a cărui turație poate fi modificată prin variația debitului furnizat de pompa care-l alimentează. Ținând cont că sunt prevăzute și două trepte de viteză mecanice la capul hidraulic, se înlătură și deficiența care apărea la instalațiile cu universal, antrenate prin cutie de viteze, la care nu se puteau obține turațiile ridicate necesare lucrului cu sape și coroane cu diamante. Legat de sistemul de variație continuă a turației capului hidraulic trebuie menționat ca un element de noutate, că la această instalație se folosește un sistem de comandă la distanță (de la pupitrul de comandă al instalației) a pompelor hidrostatice, lucru care ușurează adaptarea instalației la

The main objectives of the research and design works carried out in the year 1995 in the field of geological drilling were as follows: curtail of the geological survey period; increase of the volume and quality of geological data; cost decrease per drilled linear metre. Specialists working in trading companies dealing with geological drillings were asked for their opinions. Thus, the achievement of a drilling rig at the depth of 500–600 m, that can be transported by a trailer, durable and with possibilities of penetrating difficult access terranes, became necessary.

Consequently we had to design a short trailer on two axes and a mast with two transoms collapsible one over the other that swing together over the trailer during the transport. Both the building of the mast and of the collapsible system used for this operation as well as the carriage for transporting the rotary swivel are new and they are the result of the research works.

As in case of the rotary table rigs the pushing on the bit can be achieved only by using drill collars, it was necessary to use instead of the rotary table a motor rotary swivel which, besides the rotation of the drilling string, can also achieve the bit pushing by means of a pushing - traction system.

The motor rotary swivel is rotated by a hydrostatic motor whose rotation can be changed by the variation of the discharge supplied by the feeding pump. The two steps of drilling rate at the rotary swivel removed the deficiency which occurred at the chuck systems, driven by gear boxes, that cannot obtain the high rotations necessary for the work by means of bits and diamond bit. In connection with the system of continuous variation of the rotary swivel it is of note that in case of this rig a remote control system (from the control panel of the rig) of the hydrostatic pumps is used, which facilitates the adaptation of the rig to the rotation method imposed by the bit.

This rig is very simple. A Diesel motor operates by a chain belt that puts into operation the three hydrostatic pumps which supply the pressure oil necessary for the operation of different units of the rig. Further on all the units of the rig are driven by hydraulic bar-



regimul de turație impus de sapă.

Instalația se remarcă prin simplitate. Un grup motor diesel antrenează prin curele o transmisie cu lanțuri ce pune în mișcare cele trei pompe hidrostatice care furnizează uleiul sub presiune necesar acționării diverselor agregate ale instalației. Toate agregatele instalației sunt acționate de cilindri hidraulici sau motoare hidraulice eliminându-se astfel transmisiile mecanice cu lanțuri sau curele.

Rabaterea mastului în poziție verticală se face cu ajutorul unui cilindru hidraulic telescopic, deplierea tronsonului superior al mastului se realizează în continuare cu ajutorul cilindrului și sistemul de manevră al căruciorului, cu mastul în poziție verticală.

Comenzile de blocare și deblocare, precum și cele de rabatere și înclinare a capului hidraulic față de cărucior sunt realizate cu cilindri hidraulici acționați de la pupitrul de comandă al instalației.

Trebuie menționat că toate comenzile instalației au fost centralizate la un pupitr de comandă de la care se pot urmări totodată presiunea și temperatura uleiului din instalația hidrostatică, turația capului hidraulic motor și, deci, a garniturii de foraj, debitul pompei de noroi și forța de apăsare pe sapă. Se rezolvă în acest fel o altă lipsă a instalațiilor de foraj geologic existente la care nu erau prevăzute aparate de măsură pentru urmărirea parametrilor regimului de foraj.

Acționarea instalației se poate realiza fie cu motoare diesel fie cu motoare electrice de curent alternativ. Grupurile de antrenare termic și electric sunt interschimbabile.

S-a prevăzut pentru această instalație un dispozitiv de înșurubat-strîns și slăbit-deșurubat prăjini de foraj netede. Dispozitivul este destinat operațiunilor de înșurubare-strîngere și slăbire-deșurubare a materialului tubular neted cu diametrul exterior cuprins între 46 și 94 mm. Dispozitivul este conceput pentru a înlătura un alt inconvenient al instalațiilor de foraj aflate în exploatare, care nu au dispozitive pentru realizarea strîngerii prăjinilor cu moment controlat (lucru care conduce la numeroase ruperi de prăjini).

Prin folosirea acestui dispozitiv se realizează o strîngere cu moment controlat a prăjinilor de foraj (prin limitarea presiunii de lucru a cilindrului ce realizează strîngerea), fapt ce va mări durata de funcționare a acestora și va micșora numărul accidentelor de foraj prin ruperea prăjinilor.

Pentru a obține performanțe la nivelul țărilor avansate în domeniul forajului cu sondeze s-a prevăzut posibilitatea folosirii, la instalația de foraj pentru adâncimi de 500-600 m, și a tehnologiei de foraj cu carotiere introductibile prin prăjini. Această tehnologie permite scurtarea timpilor de manevră întrucât pentru extragerea carotierei nu mai este necesară extragerea întregii garnituri de prăjini de foraj, carotiera

rels or motors, thus eliminating the chain or belt power actuation.

The swinging of the mast in a vertical position is made by means of a telescopic barrel; the unswinging over the upper transom of the mast is achieved further on by means of the barrel and handling system, the mast being in a vertical position.

The blocking and unblocking control as well as the swinging and leaning of the rotary swivel against the carriage are achieved by means of the barrel driven from the control panel of the rig.

It is of note that all controls of the rig have been grouped at the control panel which can also control the pressure and temperature of the oil from the hydrostatic pump, the rotation of the motor rotary swivel and therefore of the drilling string, the discharge of the mud pump and the power of the pushing bit. In this way another deficiency of the existing geologic drilling rigs, that are devoid of measuring device for the parameters of the drilling method, is also removed.

The actuation of the rig can be achieved either by Diesel motors or by alternating-current motors. The thermic and electric actuation sets are interchangeable.

This rig was also furnished with a coupling (clamping and release) - decoupling device for smooth drill pipes. This device is used for screwing on and off operations of the smooth barrels with an outside diameter ranging from 46 to 94 mm. This device has been designed in order to remove another deficiency of the drilling rigs in operation that are not furnished with devices for controlled clamping of the pipes (which leads to many breakings of the drill pipes).

Using this device a controlled clamping of the drill pipes is achieved (by limiting the work pressure of the barrel the clamping is obtained) and this will increase their operation time and will decrease the number of the drilling accidents by drill pipes breaking.

In order to obtain better results in the field of core drilling, the possibility to use for the drilling rigs at 500-600 m drilling core depths through drill pipes was proposed. This method makes possible the curtail of the handling time because for the extraction of the core barrel it is no more necessary to extract the whole drill pipes string, the core barrel being extracted by means of a cable inside the drill pipes.

To this purpose an outfit for the inserted core barrel will be furnished at the delivery of the rig.

Due to the design methods used, the drilling rig is competitive with those existing in the world.



fiind extrasă cu un cablu prin interiorul prăjinilor.

În acest scop s-a prevăzut în completul de livrare al instalației un echipament pentru carotiera introductibilă.

Prin soluțiile adoptate s-a realizat o instalație de foraj cu performanțe la nivelul instalațiilor similare existente pe plan mondial.



INSTRUCȚIUNI PENTRU AUTORI

ANUARUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROMÂNIEI publică contribuții științifice originale referitoare la acest domeniu.

Vor fi acceptate numai lucrările care prezintă concis și clar informații noi. Manuscrisul va fi supus lecturii critice a unuia sau mai multor specialiști; după a doua revizie nesatisfăcătoare din partea autorilor va fi respins definitiv și nu va fi înapoiat.

Manuscrisele trebuie prezentate, de regulă, în engleză sau franceză; cele prezentate în limba română trebuie să fie însoțite de un rezumat, în engleză sau franceză, de maximum 10 % din volumul manuscrisului.

Lucrările trebuie depuse, în două exemplare, la secretariatul Comitetului de redacție, inclusiv ilustrațiile în original. Manuscrisul trebuie să cuprindă: textul (cu o pagină de titlu, care este și prima pagină a lucrării), bibliografie, cuvinte cheie, abstract, ilustrații, explicații ale figurilor și planșelor, și un sumar cu scop tehnic.

Se va adăuga o filă separată cu un colontitlu de maximum 60 semne și un sumar, în care se va indica ierarhia titlurilor din text în clasificarea zecimală (1; 1.1; 1.1.1), care nu trebuie să depășească patru categorii.

Textul va fi dactilografiat la două rânduri (31 rânduri/pagină și 64 semne/rînd), pe o singură parte a colii, cu un spațiu liber de 3-4 cm în partea stîngă a paginii și nu trebuie să depășească 20 pagini dactilografiate (inclusiv bibliografia și figurile).

Prima pagină a textului va cuprinde: a) titlul lucrării (concis, dar informativ), cu un spațiu de 8 cm deasupra; b) numele întreg al autorului (autorilor); c) instituția (instituțiile) și adresa (adresele) pentru fiecare autor sau grup de autori; d) text.

Notele de subsol se vor numerota consecutiv.

Citările din text trebuie să includă numele autorului și anul publicării. Exemplu: Ionescu (1970) sau (Ionescu, 1970). Pentru doi autori: Ionescu, Popescu (1969) sau (Ionescu, Popescu, 1969). Pentru mai mult de doi autori: Ionescu et al. (1980) sau (Ionescu et al., 1980). Pentru lucrările care se află sub tipar, anul publicării va fi înlocuit cu "in press". Lucrările nepublicate și rapoartele vor fi citate în text ca și cele publicate.

Abstractul, maximum 20 rânduri (pe filă separată), trebuie să fie în limba engleză și să prezinte pe scurt principalele rezultate și concluzii (nu o simplă listă cu subiecte abordate).

Cuvintele cheie (maximum 10) trebuie să fie în limba engleză sau franceză, corespunzător limbii în care este lucrarea (sau abstractul, dacă textul este în română), prezentate în succesiune de la general la specific și dactilografiate pe pagina cu abstractul.

Bibliografia se va dactilografia la două rânduri, în ordine alfabetică și cronologică pentru autorii cu mai mult de o lucrare. Abrevierile titlului jurnalului sau ale editurii trebuie să fie conforme cu recomandările respectivei publicații sau cu standardele internaționale.

Exemple:

a) jurnale:

Giuscă, D. (1952) Contributions à l'étude cristallographique des niobates. *An. Com. Geol.*, XXIII, p. 259-268, București.

—, Pavelescu, L. (1954) Contribuții la studiul mineralogic al zăcămintului de la Mușca. *Comm. Acad. Rom.*, IV, 11-12, p. 658-991, București.

b) publicații speciale:

Strand, T. (1972) The Norwegian Caledonides. p. 1-20. În: Kulling, O., Strand, T. (eds.) *Scandinavian Caledonides*, 560 p., Interscience Publishers.

c) cărți:

Bălan, M. (1976) Zăcămintele manganifere de la Iacobenii. Ed. Acad. Rom., 132 p., București.

d) hărți:

Ionescu, I., Popescu, P., Georgescu, G. (1990) Geological Map of Romania, scale 1:50,000, sheet Cîmpulung. *Inst. Geol. Geofiz.*, București.

e) lucrări nepublicate sau rapoarte:

Dumitrescu, D., Ionescu, I., Moldoveanu, M. (1987) Report. *Arch. Inst. Geol. Geofiz.*, București.

Lucrările sau cărțile publicate în rusă, bulgară, sârbă etc. trebuie menționate în bibliografie transliterînd numele și titlurile. Exemplu:

Krashenninnikov, V. A., Basov, I. A. (1968) Stratigrafiya kainozoiă. *Trudy GIN*, 410, 208 p., Nauka, Moscow.

Ilustrațiile (figuri și planșe) trebuie numerotate și prezentate în original, pe coli separate (hîrtie de calc), bune pentru reproduc. Dimensiunea liniilor, a literelor și a simbolurilor pe figuri trebuie să fie suficient de mare pentru a putea fi citite cu ușurință după ce au fost reduse. Dimensiunea originalului nu trebuie să depășească suprafața tipografică a paginii: lățimea coloanei 8 cm, lățimea paginii 16,5 cm, lungimea paginii 23 cm, pentru figuri, iar pentru planșele liniare nu trebuie să depășească dimensiunile unei pagini simple (16,5/23 cm) sau duble (23/33 cm) și trebuie să fie autoexplicativă (să includă titlul, autori, explicație etc.). Scară grafică obligatorie.

Ilustrațiile fotografice (numai alb-negru) trebuie să fie clare, cu contrast bun și grupate pe planșe de 16/23 cm. În cadrul fiecărei planșe număratoarea fotografiilor se repetă (de. ex. Pl. I, fig. 1, Pl. II, fig. 1).

Tabelele vor fi numerotate și vor avea un titlu. Dimensiunea originală a tabelelor trebuie să corespundă dimensiunilor tipografice menționate mai sus (8/16,5 sau 16,5/23).

Autorii vor primi un singur set de corectură, pe care trebuie să-l înapoieze, cu corecturile corespunzătoare, după 10 zile de la primire. Numai greșelile de tipar trebuie corectate; nu sînt acceptate modificări.

Autorii vor primi gratuit 30 de extrase pentru fiecare lucrare.

Comitetul de redacție



Institutul Geologic al României

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

ANUARUL INSTITUTULUI GEOLOGIC AL ROMÂNIEI publishes original scientific contributions dealing with any subject of this field.

Only papers presenting concisely and clearly new information will be accepted. The manuscript will be submitted for critical lecture to one or several advisers. Papers will be definitely rejected after a second unsatisfactory revision by the authors. The manuscripts will not be returned to the authors even if rejected.

Manuscripts are preferred in English or French. Manuscripts submitted in Romanian will be accompanied by an abstract in English or French (maximum 10 per cent of the manuscript volume).

Papers should be submitted in duplicate to the secretary of the Editorial Board, including the reproduction ready original figures. The manuscript should comprise: text (with a title page which is the first page of it), references, key words, abstract, illustrations, captions and a summary for technical purposes.

Author(s) should add a separate sheet with a short title (colontitle) of maximum 60 strokes and a summary indicating the hierarchy of headings from the text listed in decimal classification (1; 1.1; 1.1.1) but not exceeding four categories.

Text should be double-spaced typed (31 lines/page with 64 strokes each line) on one side of the paper only, holding an empty place of 3–4 cm on the left side of the page. The text cannot exceed 20 typewritten pages (including references and figures).

Front page (first page of the text) should comprise: a) title of the paper (concise but informative) with an empty space of 8 cm above it; b) full name(s) of the author(s); c) institution(s) and address(es) for each author or group of authors; d) text.

Footnotes should be numbered consecutively.

Citations in the text should include the name of the author and the publication year. Example: Ionescu (1970) or (Ionescu, 1970). For two authors: Ionescu, Popescu (1969) or (Ionescu, Popescu, 1969). For more than two authors: Ionescu et al. (1980) or (Ionescu et al., 1980). For papers which are in course of print the publication year will be replaced by "in press". Unpublished papers or reports will be cited in the text like the published ones.

Abstract, of maximum 20 lines (on separate sheet), must be in English, summarizing the main results and conclusions (not a simple listing of topics).

Key words (max. 10 items), in English or French, following the language used in the text (or the *Resumé* if the text is in Romanian), given in succession from general to specific, should be typed on the abstract page.

References should be typed in double-line spacing, listed in alphabetical order and chronological order for authors with more than one reference. Abbreviations

of journals or publishing houses should be in accordance with the recommendations of the respective publications or with the international practice.

Examples:

a) journals:

Giușcă, D. (1952) Contributions à l'étude cristallographique des niobates. *An. Com. Geol.*, XXIII, p. 259–268, București.

– , Pavelescu, L. (1954) Contribuții la studiul mineralogic al zăcămintului de la Mușca. *Comm. Acad. Rom.*, IV, 11–12, p. 658–991, București.

b) special issues:

Strand, T. (1972) The Norwegian Caledonides. p. 1–20. In: Kulling, O., Strand, T. (eds.) *Scandinavian Caledonides*, 560 p., Interscience Publishers.

c) books:

Bălan, M. (1976) Zăcămintele manganifere de la Iacobeni. *Ed. Acad. Rom.*, 132 p., București.

d) maps:

Ionescu, I., Popescu, P., Georgescu, G. (1990) Geological Map of Romania, scale 1:50,000, sheet Cîmpulung. *Inst. Geol. Geofiz.*, București.

e) unpublished papers or reports:

Dumitrescu, D., Ionescu, I., Moldoveanu, M. (1987) Report. *Arch. Inst. Geol. Geofiz.*, București.

Papers or books published in Russian, Bulgarian or Serbian etc. should be mentioned in the references transliterating the name and titles. Example:

Krashenninnikov, V. A., Basov, I. A. (1968) *Stratigrafiya kainozoa*. Trudy GIN. 410, 208 p., Nauka, Moscow.

Illustrations (figures and plates) must be numbered and submitted as originals on separate sheets (tracing papers), ready for reproduction. The thickness of the lines, lettering and symbols on figures should be large enough to be easily read after size-reduction. The original size should not extend beyond the print area of the page: column width 8 cm, page width 16.5 cm, page length 23 cm for figures; the width of line drawings should not extend over a single (16.5/23) or double (23/33 cm) page area and must be self-explanatory (including title, authors, legend etc.). The graphic scale is obligatory.

Photographic illustrations (black-and-white only) must be of high quality and should be grouped into plates 16/23 cm in size. Each plate should have the photos numbered, i.e. Pl. I, Fig. 1; Pl. II, Fig. 1.

Tables should be numbered and entitled. Original size of the tables should correspond to the above mentioned (8/16.5 or 16.5/23) dimensions of the printing area.

Author(s) will receive only one set of preprint proofs which must be returned, with corrections, 10 days after receiving them. Only printing errors should be corrected, no changes in the text can be accepted.

Thirty offprints of each paper are supplied to the author(s) free of charge.

Editorial Board



Institutul Geologic al României

Toate drepturile rezervate editurii Institutului Geologic al României
All rights reserved to the Geological Institute of Romania

*Editat cu sprijinul Ministerului Cercetării și Tehnologiei –
Colegiul Consultativ pentru Cercetare Științifică și Dezvoltare Tehnologică.*

Translation and language review by:
Adriana Năstase, Adriana Băjenaru, Mariana Borcoș

Editorial Staff:
Anca Andăr, Georgeta Borlea, Natalia Conovici, Gabriela Ioane, Georgeta Mărunțiu, Cristian Toth

Illustration:
Paraschiv Toader

Printing: M. Ostafi



Institutul Geologic al României



Institutul Geologic al României